DIE NATURWISSENSCHAFTEN

18. Jahrgang | 11. Juli 1930 | Heft 28

Probleme der deutschen morphologischen Wüstenforschung.

Von Hans Mortensen, Göttingen.

Obwohl die Wüste schon seit langem ein wichtiges Gebiet deutscher morphologischer Forschung ist, gibt es immer noch eine Reihe die Wüste betreffender Probleme, über die noch keine Einigkeit erzielt worden ist. Zum Teil handelt es sich dabei um Fragen, die schon seit Jahrzehnten umkämpft sind, zum Teil um solche, die erst in jüngerer Zeit in den Vordergrund des Interesses gerückt sind. Im Folgenden soll dargestellt werden, welcher Art die wichtigeren der noch offenen Fragen sind und auf welchen Wegen die Lösung gesucht worden ist bzw. gesucht werden kann. Vollständigkeit ist dabei nicht beabsichtigt. Insbesondere soll auf Fragen mehr lokalen Charakters, auch wenn sie an sich wichtig sind, nicht eingegangen werden.

Schon die *Definition des Wüstenbegriffs*, d. h. eine eindeutige und zugleich zweckentsprechende Abgrenzung der Wüste gegen die Übergangsgebiete, ist immer noch nicht gelungen. Und zwar handelt es sich dabei nicht, wie man zunächst denken könnte, um sprachliche Spitzfindigkeiten, die der eigentlichen Forschung ziemlich gleichgültig sein könnten, sondern um eine Frage, die im Laufe der fortschreitenden Erkenntnis immer wichtiger geworden ist. Je mehr nämlich erkannt worden ist, daß auch innerhalb des ariden Raumes noch große Unterschiede der Oberflächenformung bestehen[1], ist es, um die verschiedenen Wüstengebiete der Erde vergleichen und allgemeine Gesetzmäßigkeiten aufstellen zu können, nötig geworden zu wissen, ob sich unter den zum Vergleich herangezogenen „Wüsten" nicht solche Gebiete befinden, die man unserem Sprachgebrauch nach besser als Halbwüsten oder gar als Steppen bezeichnen müßte, deren morphologische Gesetzmäßigkeiten also ohnehin zu einem Teile andere sind als die der Wüsten im strengeren Sinne. Aus früheren Arbeiten kann man sich oft kein Bild darüber machen, und an sich wichtige Forschungsergebnisse können somit nicht in dem Umfang herangezogen und der Wissenschaft nutzbar gemacht werden, wie es andernfalls möglich wäre[2]. Abgesehen davon, daß die verschiedenen Nationen den Wüstenbegriff ganz außerordentlich verschieden weit fassen[1], besitzen auch die verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen oft abweichende Wüstendefinitionen[2]. Darüber hinaus besteht jedoch noch die große Schwierigkeit, daß sich die beiden Hauptmerkmale der Wüste, die klimatisch bedingte Trockenheit und die Pflanzenarmut, vorläufig nicht zahlenmäßig und exakt erfassen lassen. Bei jeder äußerlich exakten Definition kann man, bisher wenigstens, ohne große Schwierigkeiten Gebiete nachweisen, die zwar der Definition genügen, aber doch keine Wüsten sind, oder aber Gebiete, die der Definition nicht genügen und doch sicher Wüsten sind. Eine dem Gesamtlandschaftsbild angepaßte Definition wiederum ist stets stark gefühlsmäßig und hat somit den Nachteil, daß sie zu verschieden ausgelegt werden kann. Wie groß die Schwierigkeiten sind, mag man daran erkennen, daß diejenige geographische Disziplin, die am ehesten berufen wäre, uns eine allgemeingültige Definition zu geben, die Landschaftskunde, eben infolge der bestehenden Schwierigkeiten überhaupt auf die exakte Abgrenzung der Wüste gegen die Nachbargebiete verzichtet[3]. Auch an dieser Stelle kann eine Definition nicht versucht werden, sondern nur auf die Wichtigkeit dieser Frage hingewiesen werden[4].

Eine für die Morphologie der Wüsten wichtige und bis vor kurzem noch besonders heftig umstrittene Frage ist die nach *Wirkungsweise und Bedeutung des Windes* in der Wüste. Nach der *Wirkungsweise* unterscheidet man zwei Komponenten der Abtragung, die *Deflation* und die *Korrasion*. Deflatorisch wirkt der Wind, wenn er sich auf das Abheben und Fortführen des lockeren Verwitterungsmaterials beschränkt, korradierend, wenn das vom Winde bewegte Material aktiv den Boden

[1] Vgl. darüber besonders die treffenden Darlegungen von Kirk Bryan, Wind erosion near Lees Ferry, Arizona. Amer. J. Sci. **6**, 292 f. (1923).

[2] Das gilt insbesondere auch leider bis zu einem erheblichen Grade für die vielen an sich überaus wertvollen Ergebnisse aus dem nordamerikanischen „Wüstengebiet", dessen *allertrockenste* Gebiete mit ganz wenigen Ausnahmen nicht unter 75 mm Niederschlag haben (K. Bryan, a. a. O. S. 295 f.) und einen nicht unerheblichen Pflanzenwuchs aufweisen, und das daher selbst in seinen extremsten Teilen nur ganz knapp als echte Wüste bezeichnet werden darf.

[1] Vgl. zuletzt H. Mortensen, Abschnitt „Die Wüstenböden" im Handbuch der Bodenlehre. Hrsg. von E. Blanck. 3. Band. Berlin 1930, S. 437 ff.

[2] Vgl. darüber besonders R. Gradmann, Wüste und Steppe. Geograph. Z. **1916**, 417 ff. und J. Walther, Das Gesetz der Wüstenbildung. 4. Aufl. Leipzig 1924, S. 4 ff.

[3] S. Passarge, Vergleichende Landschaftskunde. H. 4. Der heiße Gürtel. Berlin 1924, S. 102.

[4] Über die wichtigsten der verschiedenen Definitionsversuche vgl. neben den bisher zitierten Arbeiten F. Machatschek, Die Oberflächenformen der Binnen- und Hochwüsten. Düsseldorfer geographische Vorträge und Erörterungen (Verh. d. geogr. Abt. d. 80. Tag. d. Ges. dtsch. Naturforsch. in Düsseldorf 1926). 3. Teil: Morphologie der Klimazonen. Breslau 1927, S. 79, und E. Kaiser, Was ist eine Wüste? Mitt. d. Georg. Ges. München 1923, H. 3.

abschleift. Je nach der verschiedenen Einstellung der Beobachter werden die Pilzfelsen in der Wüste, die Wannen kleinerer Größenordnung usw. als Werk der Deflation oder aber der Korrasion bezeichnet. Zwar haben sich in den letzten Jahren die Anschauungen erheblich einander genähert, und gar so groß ist der Unterschied der maßgeblichen Auffassungen bei näherem Zusehen heute nicht mehr, doch besteht eine wirkliche Übereinstimmung immer noch nicht. KAISERS[1] sich weitgehend an WALTHER[2] anlehnender und inzwischen auch von HETTNER[3] übernommener Standpunkt ist heute der, daß die Korrasion fast nur Kleinformen, die Deflation jedoch Großformen von regional weiter Ausdehnung schaffe. PASSARGE leugnet wiederum die Deflation keineswegs, hält jedoch in sandhaltigen Wüsten eine Trennung der beiden Komponenten für unmöglich, während er für die Staubwüsten ohne schleifenden Sand die Deflation überhaupt bestreitet[4].

Wie steht es nun mit den Beobachtungsgrundlagen, die den angeführten Ansichten zugrunde liegen? Am leichtesten nachzuprüfen ist die Ansicht PASSARGES von der Unwirksamkeit der Deflation in der sandfreien Staubwüste. Durch Vergleich der sandfreien Wüste mit Staubboden östlich des Nils und der sandhaltigen Wüste mit Staubboden westlich des Nils hat PASSARGE[5] gezeigt, daß „in der sandhaltigen Wüste schon bei leichtem Wind der Staub aufsteigt, daß in der sandfreien dagegen selbst beim Sturm die Fernsicht auffallend groß bleibt" und daß auch sonst die in der sandhaltigen Wüste auftretenden windgeschaffenen Formen in der sandfreien Wüste fehlen. Er führt das auf eine von ihm beobachtete Verkittungsrinde zurück, die in der sandfreien Wüste den lockeren Staubboden vor der Abhebung durch den Wind schützt, und vermutet, daß diese schwache Rinde in der sandhaltigen Wüste immer wieder durch den schleifenden Sand zerstört werde[6], so daß der Lockerboden ungeschützt dem Winde ausgeliefert sei. Im nordchilenischen Wüstengebiet ist ähnliches zu beobachten. Auch dort haben wir in der „Kernwüste" (s. unten) eine den lockeren Staub vor Windangriff schützende „Staubhaut"; Windformen fehlen und die Fernsicht ist auffallend groß. Die Staubhaut ist so wenig widerstandsfähig, daß sie durch ein auch nur geringes Sandgebläse zerstört werden würde. Fliegender Sand tritt jedoch nicht auf, da nämlich das von gelegentlichen wüstenhaften Überschwemmungen in den Trockentälern herbeigeschaffte etwas gröbere Material teils infolge der Salzverbackung, teils infolge der besonders schnellen Austrocknung und des Fehlens häufigerer Wiederdurchfeuchtung in dieser ganz besonders extremen Wüste fest gepackt liegen bleibt. Außerhalb der Kernwüste, in den stärker sandigen Mittel- und Randwüsten Nordchiles, wird die Staubhaut in der Tat zerstört bzw. kann sich nicht bilden, und dort ist die Windwirkung immerhin merklich[1]. Da die Beobachtungen in den verschiedenen Teilen des nordchilenischen Wüstengebietes und in den Wüsten beiderseits des Nils völlig unabhängig voneinander gemacht worden sind und doch zu genau den gleichen Ergebnissen führen, dürfte die von PASSARGE für die Staubwüsten aufgestellte Behauptung „ohne Korrasion keine Deflation" zutreffen.

Wesentlich komplizierter sind die Verhältnisse in der sandhaltigen Wüste. Zwar betont KAISER auf Grund seiner Beobachtungen in der Namib, daß dort die Deflation stets, auch bei geringen Windstärken und fast überall, wirksam sei und so die gesamte Wüste entstaube (was also mit den Beobachtungen PASSARGES in der sandhaltigen Wüste durchaus übereinstimmt), während die Korrasion, die zum Schleifen gröberen Materials bedarf, nur bei größeren Windstärken und lokal beschränkt auftrete. Wenn er jedoch daraus schließt, daß die Deflation die größere formende Wirkung haben müsse, so ist das nicht beweisend, da die Korrasion trotz ihres zeitlichen und räumlichen Zurücktretens infolge ihrer während der Zeit ihres Wirkens wohl unbestreitbar größeren Formungsenergie doch die insgesamt stärkere Wirkung haben könnte. Wie ja auch im mitteleuropäischen Klima gilt, daß die normale Wasserführung unserer Flüsse morphologisch kaum Bedeutung hat und morphologisch wirksam nur die (relativ seltenen) normalen Hochwässer der Flüsse sind[2]. Aus den windgeschaffenen Formen kann in dieser Richtung ebenfalls nichts Sicheres abgelesen werden. Denn sie zeigen stets Spuren der Deflations- als auch der Korrasionswirkung, und eine Trennung der beiden Komponenten bleibt daher Gefühlssache. Auch die von KAISER durchgeführte Trennung nach Klein- und Großformen ist bisher unbewiesen. Wie Philippson in anderem Zusammenhange treffend ausgeführt hat, wird man eine Kraft, die Kleinformen schafft, auch für die Schaffung von Großformen nicht vernachlässigen dürfen, da ja die Großformen letzten Endes eine Summierung von Kleinformen sind[3]. Wir werden uns bei dem augenblicklichen Stande der Forschung dem Vorschlage PASSARGES,

[1] E. KAISER, Über Wüstenformen, insbesondere in der Namib Südwestafrikas. Düsseldorfer Vorträge. 3. Teil, a. a. O., S. 70.

[2] J. WALTHER, Das Gesetz der Wüstenbildung. 4. Aufl. Leipzig 1924, S. 192ff.

[3] A. HETTNER, Die Oberflächenformen des Festlandes. 2. Aufl. Leipzig u. Berlin 1928, S. 18.

[4] S. PASSARGE, Die Ausgestaltung der Trockenwüsten im heißen Gürtel. Düsseldorfer Vorträge. 3. Teil a. a. O. S. 62f.

[5] a. a. O. S. 54ff.

[6] a. a. O. S. 62f.

[1] H. MORTENSEN, Düsseldorfer Vorträge. 3. Teil a. a. O. S. 66f. Ausführlicheres vgl. Derselbe, Der Formenschatz der nordchilenischen Wüste. Ein Beitrag zum Gesetz der Wüstenbildung. Abh. Ges. Wiss. Göttingen, Math.-phys. Kl., N. F. **12**, 1. Berlin 1927.

[2] A. PHILIPPSON, Grundzüge der allgemeinen Geographie II, **2**, 109, 128 (1924).

[3] A. PHILIPPSON, Düsseldorfer Vorträge. 3. Teil a. a. O. S. 53.

in der sandhaltigen Wüste auf eine Trennung von Deflation und Korrasion zu verzichten und neutral, wie PASSARGE es seit langem tut, die alten Ausdrücke „Winderosion" oder „Windabtragung" zu benutzen, wohl anschließen müssen, so unbefriedigend eine solche Resignation auch ist. Es empfiehlt sich, diese Frage erst wieder aufzurollen, wenn wirklich schlüssige Beweise für die eine oder andere Auffassung beigebracht werden können; andernfalls würde die Entscheidung auf eine Art Mehrheitsbeschluß herauskommen, und damit wäre der Forschung keinesfalls gedient.

Ohnehin ist die Wannennamib kein sehr günstiges Gebiet für die prinzipielle Klärung dieser Fragen. Verfasser gibt gern zu, daß er trotz der soeben ausgesprochenen Bedenken gegen die Möglichkeit einer sicheren Entscheidung die Ansicht KAISERS, daß der küstennahe Streifen der südlichen Namib, die „Wannennamib", in erheblichem Maße seine Formung der Deflationswirkung verdanke, nach den Beschreibungen KAISERS[1] für durchaus möglich und sogar wahrscheinlich hält. Aber einmal ist die Namib eine besonders feuchte Wüste, weshalb ohnehin schon die gesamte Windwirkung besonders groß sein dürfte (unten S. 636). Es kommt außerdem noch etwas anderes hinzu, was meines Wissens bisher überhaupt noch nicht in Rechnung gezogen worden ist. Das Verhältnis von Deflation zu Korrasion hängt nämlich von der Größe des in Frage kommenden Wüstengebietes ab. Die Deflation ist nur abhängig von der Menge des pro Flächeneinheit zur Verfügung stehenden Lockermaterials, ist also in einer kleinräumigen Wüste pro Flächeneinheit ebenso groß wie in einer großräumigen. Die Korrasionswirkung jedoch wächst, soweit der Wind beim Schleifen vorwiegend auf die Benutzung des in der Wüste selbst bereitgestellten Lockermaterials angewiesen ist, mit der Ausdehnung des überstrichenen Raumes. Bei beschränkter Sandproduktion tritt nämlich erst auf weitere Entfernung längs der Windbahnen die für eine starke Korrasion notwendige Summierung des windbewegten Lockermaterials ein. An einem isolierten, allein für sich der Deflation ausgesetztem Stein würde überhaupt keine Korrasion wirken können, und dasselbe ist in der Namib für die Berggipfel beobachtet worden[2]. Das entsprechende gilt nun für die Wannennamib als Ganzes. Es handelt sich bei dieser nämlich um ein zwar ziemlich langes, auf 400 km längs der Küste erstrecktes, aber auch sehr schmales, nämlich nur höchstens 15 km breites Gebiet[3]. Die ablandigen und somit Lockermaterial von weiter her bringenden Winde sind dort selten; es überwiegen Winde mit auflandiger Komponente[4]. Die Wannennamib gibt somit vorwiegend Material ab, bekommt aber kaum von irgendher Ersatz dafür[1]. Diese Tatsachen haben zur Folge, daß in der Wannennamib zwar die Deflation, wie oben angedeutet, normal wirken kann, daß aber die Korrasion noch nicht zur Geltung kommt, weil das vom Winde bewegte Material das Gebiet verlassen hat, ehe es eine erhebliche Schleifwirkung ausgeübt hat. Würde die Wannennamib breiter sein, so würden sich die augenblicklich lokal begrenzten Bahnen und Gebiete stärkster Korrasion[2] schließlich flächenhaft zusammenschließen, und dann würde die Korrasion wesentlich mehr ins Gewicht fallen und wahrscheinlich sogar, wie aus den Beobachtungen KAISERS leicht beweisbar ist, die Deflation merklich überwiegen.

Wir haben nämlich, obwohl wir, wie oben dargelegt, das gegenseitige Verhältnis von Korrasion zu Deflation nicht unmittelbar abschätzen können, gelegentlich ein tertium comparationis: die chemische Verwitterung. Am Beispiel des Klinghardt-Gebirges zeigt KAISER[3], daß die reine Deflation langsamer arbeitet als die chemische Verwitterung, was sich in der Erhaltung von Restprodukten chemischer Verwitterung äußert, daß aber in benachbarten Korrasionsgebieten die Restprodukte fehlen und daß „in den vom Sandwinde betroffenen Flächen die Windkorrasion rascher wirkt, als die chemische Verwitterung nach der Tiefe fortschreitet". Womit bewiesen ist, daß die Korrasion schneller arbeitet als die Deflation, vorausgesetzt, daß die Wüste so groß ist, daß ein einigermaßen flächenhafter Zusammenschluß der vom Sandwind betroffenen Flächen erfolgt. In einer so schmalen Wüste wie der Wannennamib ist nicht die Frage, ob die formende Wirkung der Deflation die der Korrasion überwiegt (Wannennamib), sondern ob sie der Formung durch fließendes Wasser unterliegt (küstennaher Streifen der nordchilenischen Wüste). Wir dürfen somit, auch wenn wir von der Richtigkeit der in der Namib durch KAISER gewonnenen Ergebnisse über das Verhältnis von Deflation zu Korrasion überzeugt sind, diese Ergebnisse keinesfalls etwa auf andere Wüsten übertragen, soweit nicht dort

[1] E. KAISER, Die Diamantenwüste Südwestafrikas. 2 Bände. Berlin 1926.

[2] E. KAISER, Die Diamantenwüste **2**, a. a. O. S. 231 f.

[3] E. KAISER, Die Diamantenwüste **2**, a. a. O. S. 396.

[4] E. KAISER, Die Diamantenwüste **2**, a. a. O. S. 214 f.

[1] In diesem Umstand ist letzten Endes auch der grundsätzliche Unterschied zwischen der Abtragungslandschaft der Wannennamib längs der Küste und der Aufschüttungslandschaft der Flächennamib im Innern der südwestafrikanischen Wüste begründet, und nicht in der im übrigen nur vermuteten größeren Windstärke (E. KAISER, Die Diamantenwüste **2**, a. a. O. S. 219, 385 f.) in dem küstennahen Streifen. In dem küstennahen Streifen des nordchilenischen Wüstengebiets ist ein auffallendes Fehlen von Lockermaterial ganz entsprechend zu beobachten, obwohl dort die Windstärken sogar geringer sind als im Innern.

[2] E. KAISER, Die Diamantenwüste **2**, a. a. O. S. 219, 231, 408 f. Bemerkenswert erscheint mir, daß die von KAISER als besonders typisch beschriebenen Korrasionslandschaften sich fast alle an der Ostseite der Wannennamib befinden, also dort, wo eine genügende Summierung des windbewegten Schleifmaterials in der Tat am ehesten zu erwarten ist.

[3] E. KAISER, Die Diamantenwüste **2**, a. a. O. S. 231 f.

zufällig lokal entsprechende Verhältnisse herrschen wie in der Wannennamib. Die von KAISER gestellte Frage, warum die von ihm in der Wannennamib beobachteten extremsten Deflationsformen nicht auch anderwärts vorkommen sollten[1], dürfte damit ausreichend beantwortet sein.

Über dieser seit langem umkämpften Frage des Mechanismus der Windwirkung darf eins nicht vergessen werden, nämlich die Tatsache, daß man heute den *Umfang der Windwirkung* in der wirklichen Vollwüste überhaupt nicht mehr so hoch einschätzt wie früher, und daß damit die Diskussion einen Teil ihrer überragenden Bedeutung verloren hat. Theoretisch sollte zwar der Wind in der Wüste mit ihrem Mangel an schützender Vegetation eine besonders große Rolle spielen, und in der Tat hat man in vielen Wüsten, besonders in früherer Zeit, eine große Wirkung des Windes festgestellt, wobei allerdings berücksichtigt werden muß, daß man aus einer verständlichen Überschätzung des Windes heraus manche Form als windgeschaffen bezeichnet hat, die man heute tektonisch oder durch heutige oder frühere Wasserwirkung erklärt.

Schon 1909 hatte PENCK[2] auf die große, den Amerikanern aus ihren zwar nicht vollwüstenhaften (s. oben S. 629, Anm. 2) Wüstengebieten bekannte Wirkung des fließenden Wassers aufmerksam gemacht, und PASSARGE hat inzwischen auf Grund seiner im Jahre 1914 in Ägypten gemachten Beobachtungen zum Ausdruck gebracht, daß er seine Ansichten gegenüber früher grundlegend geändert habe und heute die Windwirkung in der Wüste nur noch für sehr geringfügig halte[3]. Selbst KAISER schreibt dem Winde „nur zuweilen eine wesentliche Rolle zu" und bezeichnet ihn sogar in der Namib nur als „stellenweise" von hervorragender Bedeutung[4], womit er seine kurz vorher ausgesprochene Behauptung, daß die Deflation (und somit natürlich um so mehr die gesamte Windwirkung) „in allen Wüstengebieten eine sehr große Rolle" spiele[5], immerhin merklich einschränkt. Die Beobachtungen W. PENCKS, der allerdings die frühere Überschätzung des Windes nur hinsichtlich der Schaffung von Großformen zurückweist, in der Puna de Atacama[6] und besonders WETZELS und des Verfassers im nordchilenischen Wüsten- und Hochwüstengebiet[7] gehen in der gleichen Richtung. Wir werden auf die Frage des Umfanges der Windwirkung unten noch einmal ausführlich zurückkommen müssen.

Sehr wichtige Probleme bietet das *Grund- bzw. Bodenwasser* in der Wüste. Noch vor nicht allzulanger Zeit hat man geglaubt, den wüstenhaften Grundwasserhaushalt einfach auf die Formel „aufsteigendes Bodenwasser infolge des bestehenden Defizits zwischen Niederschlag und Verdunstung" bringen zu können[1], und diese Auffassung findet man auch heute noch in fast allen zusammenfassenden Werken. Gerade in letzter Zeit sind jedoch von verschiedenen Seiten und unabhängig voneinander Beobachtungen gemacht worden, die die Verhältnisse als viel komplizierter erscheinen lassen[2]. Das Vorkommen autochthonen Grundwassers in der Wüste ist heute nicht mehr zu bezweifeln, und ebenso können extrem aride Gebiete sogar, entgegen der bisherigen Annahme, Dauerabfluß haben. Absteigendes, und nicht etwa sofort wieder aufsteigendes Bodenwasser ist in manchen Wüsten somit sicher, und es fragt sich nur, wie in den einzelnen Wüsten das Verhältnis von wieder aufsteigendem zu nur absteigendem Bodenwasser ist. Um dafür einen Anhalt zu gewinnen, muß man insbesondere viel mehr, als es früher üblich war, den Gang der Niederschläge hinsichtlich Häufigkeit und Stärke, die Häufigkeit von Bodendurchfeuchtung durch Nebel usw. bei jeder einzelnen Wüste in Rechnung stellen. Schwache und häufigere Niederschläge bewirken wahrscheinlich, wie auch durch den Charakter der Verwitterung (s. unten S. 633) bestätigt wird, häufigen Wechsel von auf- und absteigendem Bodenwasser, so daß in derartigen Wüsten der Wasserhaushalt des Bodens als vorwiegend „intern"[3] bezeichnet werden kann. Wo starke und dann wohl seltenere Niederschläge vorwiegen, ist die Möglichkeit, daß es nicht zu überwiegendem Aufsteigen des Bodenwassers kommt, wesentlich größer. In solchen Wüsten ähnelt der Grundwasserhaushalt (auch hinsichtlich der Austrittsstellen des Grundwassers) in gewisser Weise dem der humiden Gebiete, und in der Tat scheinen zum Beispiel auch die bodenbildenden Vorgänge in diesen Wüsten, obwohl es sich meist um die klimatisch besonders extremen Teile der Wüste handelt, die größeren Ähnlichkeiten mit der Verwitterung der humiden Gebiete aufzuweisen[4]. Bei der Wichtigkeit, die der Charakter des Grundwasserhaushaltes für alle möglichen Erscheinungen in der Wüste: Charakter und Be-

[1] E. KAISER, Düsseldorfer Vorträge. 3. Teil a. a. O. S. 78.

[2] A. PENCK, Die Morphologie der Wüsten. Verh. dtsch. Geogr. Ges., Lübeck 1909. Berlin 1910, S. 125ff.

[3] S. PASSARGE, Grundlagen der Landschaftskunde. 3. 337. Hamburg 1920.

[4] E. KAISER, Düsseldorfer Vorträge. 3. Teil a. a. O. S. 70.

[5] E. KAISER, Die Diamantenwüste **2**, a. a. O. 221; im Original gesperrt.

[6] W. PENCK, Der Südrand der Puna de Atacama. Abh. d. Sächs. Akad. d. Wiss., Math.-phys. Kl. **37**, 400f. Leipzig 1920.

[7] W. WETZEL, Die Welt der konzentrischen Lösungen. (Ein Einblick in die Natur der Salpeterwüste.) Natur, **1926**, 350ff. — H. MORTENSEN, Düsseldorfer Vorträge. 3. Teil a. a. O. S. 66f. — Derselbe, Über Vorzeitbildungen und einige andere Fragen in der nordchilenischen Wüste. Mitt. Geogr. Ges. in Hamburg **1929**, S. 205ff.

[1] A. PENCK, Versuch einer Klimaklassifikation auf physiogeographischer Grundlage. Sitzgsber. d. Preuß. Akad. Wiss. **1912**, 236ff.

[2] Vgl. die Zusammenfassung in H. MORTENSEN, Die Wüstenböden a. a. O. S. 444.

[3] M. STORZ, Die sekundäre autigene Kieselsäure in ihrer petrogenetisch-geologischen Bedeutung. Berlin 1928, S. 53.

[4] H. MORTENSEN, Wüstenböden a. a. O. S. 486 u. 453.

schaffenheit der Salzpfannen, Abfluß, Verwitterung und Bodenbildung, Pflanzenwachstum usw. hat, ist die Verschiedenheit des Grundwasserhaushaltes in den verschiedenen Wüsten ein für die verschiedenartige morphologische Ausbildung (s. unten S. 634f.) außerordentlich wichtiger Faktor, ganz gleich, wie weit die Grundwasserbewegung jeweils edaphisch oder klimatisch bedingt ist.

Eine Frage, die sich ebenfalls erst in neuerer Zeit größeren Interesses erfreut und für deren Lösung daher die exakten Unterlagen noch sehr gering sind, ist die nach der *chemischen Verwitterung* in der Wüste. Man hat in neuerer Zeit immer mehr erkannt, daß neben der durch die „Salzsprengung"[1] verstärkten physikalischen Verwitterung auch die chemische Verwitterung in der Wüste nicht unbeträchtlich ist. Und zwar greifen auch hier, ganz ähnlich wie beim Winde, beide Komponenten Hand in Hand, so daß der eigentliche Anteil jeder einzelnen Komponente vorläufig nicht mit Sicherheit abzuschätzen ist. Allerdings sind hier die Aussichten auf eine schließliche Klärung günstiger als beim Winde, weil bei der Verwitterung die chemische Analyse und in geeigneten Fällen auch die mikroskopische Untersuchung Auskunft zu geben vermögen, so daß die Lösung der Frage letzten Endes nur von der Herbeischaffung genügenden Untersuchungsmaterials aus den verschiedenen Wüsten abhängt. Vorläufig haben wir nur für wenige Wüsten einigermaßen exakte Ergebnisse, die jedoch ein ziemlich abweichendes Verhalten der Verwitterung zeigen und daher noch keine weiterreichenden Schlüsse von erheblicher Zuverlässigkeit gestatten.

Es scheint, daß bei der Verwitterung das Klima und der Grundwasserhaushalt eine besonders große Rolle spielen, daß man also eine Gleichheit der Verhältnisse in allen Wüsten weder verlangen noch gar ohne Beweis als wahr unterstellen darf. Die von KAISER und STORZ[2] als allein typisch wüstenhaft bezeichnete „hydratische" Verwitterung, die sich dadurch auszeichnet, daß die unter wüstenhaften Bedingungen stark lösliche Kieselsäure nicht entführt, sondern immer stärker angereichert wird, ist vorläufig nur für die Namib bewiesen, und die Namib ist in der Tat infolge ihrer erheblichen Feuchtigkeit und der Häufigkeit schwacher Regen eine Wüste mit vorwiegend internem Wasserhaushalt, wie er nach STORZ[3] Vorbedingung für die hydratische Verwitterung ist. In der nordchilenischen Wüste ist jedoch nach unserer bisherigen Kenntnis keine Rede von einer Kieselsäureanreicherung[4], und in der ägyptischen Wüste ist sogar eine Laterisierung, d. h. Fortführung der gelösten Kieselsäure, und somit das gerade Gegenteil einer hydratischen Verwitterung, erwiesen[1], was zwar auf Vorzeitbedingtheit des ägyptischen Wüstenbodens zurückgeführt[2], mit der gleichen Wahrscheinlichkeit jedoch aus dem nicht vorwiegend internen Wasserhaushalt der ägyptischen Wüste erklärt werden kann.

Ein Zusammenhang zwischen dem Ablauf der Verwitterung und dem äußeren Charakter des entstehenden Bodens ist noch nicht mit voller Sicherheit erwiesen. Zwar scheint es, daß die Staubbildung in den klimatisch extremeren Wüsten stärker ist, während in den feuchteren Wüsten sich daneben auch viel gröberes Material, also Feingrus und Grus, bildet. Doch ist die Beobachtungsbasis noch zu schmal, um solche Schlüsse als völlig gesichert erscheinen zu lassen. Es ist nämlich möglich, daß die zwar auch klimatisch bedingte Verschiedenheit der Abtragungsvorgänge (unten S. 636), insbesondere auch das jeweils verschiedene Verhältnis von Verwitterungs- zu Abtragungsgeschwindigkeit nur eine stärkere *Aufspeicherung* des Lockermateriales und damit ein Zurücktreten der etwas gröberen Korngrößen in den extremeren Wüstengebieten begünstigt, während die eigentliche Tendenz zur Staub*bildung* in den weniger extremen Wüsten keineswegs weder absolut noch relativ schwächer zu sein braucht. Auch das nicht nur klimatisch bedingte Auftreten bestimmter Salze im Wüstenboden mag die Staubbildung beeinflussen. Die wichtige Feststellung BLANCKS, daß in den ägyptischen Böden der gröbere Anteil mehr der physikalischen, der feinere (Staub-) Anteil mehr der chemischen Verwitterung zuzuschreiben ist[3], ist erst ein Anfang auf dem Wege zur endgültigen Klärung der Verhältnisse. Hier bietet sich der Bodenkunde, der Mineralogie und der Geologie, sowohl was den chemischen Ablauf als auch das entstehende Verwitterungsprodukt anbetrifft, noch ein weites Feld der Forschung.

Gesicherter als die Ergebnisse über den *Charakter* der Verwitterung sind unsere Kenntnisse über die *relative Geschwindigkeit* der Gesamtverwitterung in den verschiedenen Wüstenklimaten. Gerade in Nordchile mit seinen orographisch gut getrennten verschieden extremen Wüstengebieten (s. unten) ist mit besonderer Deutlichkeit erkennbar, daß in den feuchteren Teilen die Verwitterung, und zwar die physikalische als besonders auch die chemische, an der Zerstörung des intakten Gesteins mit verhältnismäßig großer Geschwindigkeit arbeite gegenüber den Kernwüstengebieten mit ihrem extrem wüstenhaften Klima, wo eine

[1] S. PASSARGE, Geologische Beobachtungen in den Tropen und Subtropen. In KEILHACK, Lehrbuch der praktischen Geologie. 4. Aufl. Stuttgart 1921, S. 267.

[2] M. STORZ, Die sekundäre autigene Kieselsäure a. a. O. S. 52f.

[3] a. a. O. S. 52f. — Vgl. auch E. KAISER, Die Diamantenwüste **2**, a. a. O. S. 297.

[4] STORZ, a. a. O. S. 131, auf Grund des Sammlungsmaterials von KLUTE. — W. WETZEL, Die Salzbildungen der chilenischen Wüste. Chemie der Erde **1928**, 396ff. Auch Verf. hat in der nordchilenischen Wüste nirgends eine Kieselsäureanreicherung beobachten können.

[1] E. BLANCK u. S. PASSARGE, Die chemische Verwitterung in der ägyptischen Wüste. Hamburg 1925.

[2] a. a. O. S. 103.

[3] E. BLANCK u. S. PASSARGE a. a. O. S. 83f.

immerhin weitgehende Ruhe in der Verwitterung zu herrschen scheint[1]. Die Angaben, die KAISER über die erhebliche Stärke chemischer Verwitterung in der feuchten Namib macht[2], die Tatsache der etwas geringeren Verwitterungsgeschwindigkeit in der bereits extremeren ägyptischen Wüste[3] und auch sonst Einzelbeobachtungen aus verschiedenen Wüstengebieten bestätigen das in Nordchile gewonnene Bild durchaus. Wenn irgendwo, so drükken sich die klimatischen Unterschiede der verschiedenen Wüsten (vgl. unten) in der Verwitterungsgeschwindigkeit aus.

Nicht nur der Grundwasserhaushalt und die Verwitterungsgeschwindigkeit, sondern auch der *Umfang der Windwirkung* ist — wir können nunmehr an unsere oben S. 630 ff. gemachten Ausführungen wieder anschließen — bis zu einem erheblichen Grade von dem speziellen Klima des betreffenden Wüstengebietes abhängig. Schon 1923 führte KIRK BRYAN in seiner in Deutschland anscheinend völlig unbekannt gebliebenen, zum mindesten in ihrer Bedeutung nicht erkannten Arbeit über die Winderosion nahe Lees Ferry, Arizona[4], die Unterschiede zwischen der besonders starken Windwirkung in der Lybischen Wüste und der relativen Geringfügigkeit der Windwirkung in den unbedingt weniger extremen Wüsten- und Halbwüstengebieten Nordamerikas (vgl. auch oben S. 629) auf *klimatische Verschiedenheiten* der beiden Gebiete zurück. Und zwar schloß er, daß die Windwirkung in den am wenigsten extremen Wüstengebieten recht gering sei und erst in der sehr trockenen Wüste, als die er fälschlicherweise die Lybische Wüste betrachtete, ein Maximum erreiche. Wenn dieser letztere Schluß auch, wie wir sehen werden, nicht mehr als zutreffend bezeichnet werden kann und BRYAN durch die Heranziehung der Lybischen Wüste in Wirklichkeit wahrscheinlich nur die Verhältnisse innerhalb des weniger wüstenhaften Raumes geklärt hat, so hat er doch damit zum ersten Male deutlich ausgesprochen, daß klimatische Unterschiede auch innerhalb der Wüste beträchtliche Auswirkungen auf die Ausbildung des Formenschatzes haben können. Die Verhältnisse in Nordchile entsprechen, soweit es sich um die randlichen Teile des großen Wüstengebietes handelt, völlig den von BRYAN abgeleiteten Gesetzmäßigkeiten[5]. In Nordchile besteht nun der merkwürdige Zustand, daß die in der Randwüste sehr merkliche Windwirkung immer schwächer wird, je weiter man sich in die immer extremeren Teile der Wüste, ausgezeichnet durch eine besonders hohe Verdunstung und im ganzen besonders große Seltenheit von Niederschlägen, begibt. In dem extremsten Gebiet, der Kernwüste, ist die Windwirkung (und auch die Wirkung der Schwerkraft) fast Null. Welcher Art die Zusammenhänge im einzelnen sind, ist noch nicht bis in alle Einzelheiten geklärt; die Tatsache des *Zusammenhanges zwischen Zunahme der Verdunstungshöhe und Abnahme der Windwirkung* dürfte für die nordchilenische Wüste außer Zweifel stehen[1]. Die diesbezüglichen Ergebnisse des Verfassers werden übrigens insofern durch WETZEL bestätigt, als auch er auf Grund seiner nordchilenischen Beobachtungen die erhebliche Ruhe in der nordchilenischen Kernwüste der größeren Beweglichkeit des oberflächlichen Materials in den weniger extremen Wüsten gegenüberstellt[2].

Da für so ziemlich alle Behauptungen, die in den zahlreichen Kontroversen über die wüstenhaften Kräfte (Windwirkung, Wasserwirkung, Schwerkraft, Verwitterung) aufgestellt worden sind, Belege aus den jeweils klimatisch verschiedenen Teilen des nordchilenischen Wüstengebiets beigebracht werden können und da dort die Verschiedenheiten sich leicht aus den Verschiedenheiten der klimatischen Verhältnisse erklären lassen, gewinnt man den Eindruck, daß auch in anderen Wüsten der Erde die in Nordchile bestehenden Zusammenhänge Geltung haben mögen[3], eine Hypothese, der nachzugehen auch KAISER inzwischen geraten hat[4]. Eine solche Erweiterung der chilenischen Ergebnisse würde zu der Hoffnung berechtigen, daß die bestehenden Meinungsverschie-

[1] H. MORTENSEN, Der Formenschatz a. a. O. S. 22, 52 u. 130f. — Derselbe, Die Wüstenböden a. a. O. S. 446, 454. — Vgl. auch WETZELS in der gleichen Richtung gehenden Beobachtungen (Beiträge zur Erdgeschichte der mittleren Atacama. Neues Jb. f. Min. usw., Beilageband **58**, Abt. B. 571 [1927]).

[2] E. KAISER, Die Diamantenwüste **2** a. a. O.

[3] Vgl. die Ausführungen darüber in H. MORTENSEN, Die Wüstenböden a. a. O. S. 454.

[4] K. BRYAN, Winderosion a. a. O.

[5] Vgl. die Darstellung in H. MORTENSEN, Der Formenschatz a. a. O. S. 149.

[1] Vgl. H. MORTENSEN, Der Formenschatz a. a. O. S. 179ff. und die kartographischen Darstellungen Fig. 41 u. 45. Gegen diese Kartenskizzen ist mir — allerdings nur brieflich, jedoch von maßgeblicher Seite — der Einwand gemacht worden, sie seien nicht beweisend, da die Achse zunehmender Kernwüstenhaftigkeit in nordsüdlicher, die Achse zunehmenden Niederschlagsdefizits jedoch in nordwest-südöstlicher Richtung verlaufe, beide sich demnach entgegen meinen Ausführungen nicht decken. Soweit man bei der Karte des Charakters der Wüstengebiete überhaupt den Ausdruck „Achse" benutzen darf, sind dort deutlich zwei Achsen erkennbar, eine, die man am besten als NNW-SSO-gerichtet bezeichnet, und eine (östlich Taltal), die westöstliche Richtung hat. Beide treffen sich dort, wo nach der Karte des Niederschlagsdefizits das extremste Gebiet liegt. Überdies ist, ganz unabhängig von irgendwelchen Achsen, leicht aus dem Vergleich der beiden Karten erkennbar, daß alle vom Verf. untersuchten Kernwüsten über 3000 mm, alle nichtkernwüstenhaften Gebiete unter 3000 mm Niederschlagsdefizit aufweisen, womit die Übereinstimmung der beiden Karten evident ist!

[2] W. WETZEL, Geologische und geographische Probleme in der nordchilenischen Wüste. Z. Ges. f. Erdk. zu Berlin **192**, 285. — Vgl. auch W. WETZEL, Die Salzbildungen a. a. O.

[3] Vgl. einen ersten Überblick in dieser Richtung in H. MORTENSEN, Der Formenschatz a. a. O. S. 185ff.

[4] E. KAISER, Neues Jb. f. Min. usw. **1928**, 315 (Referate).

denheiten bezüglich der wüstenhaften Formung sich möglicherweise sehr vereinfachen werden, da nunmehr jede Kraftwirkung an ihrem Platze bzw. in ihrem Klimagebiet ruhig zugegeben werden kann, ohne daß der Bearbeiter einer anderen Wüste mit anderen Kräften und Formen das als Widerspruch gegen seine eigenen Beobachtungen empfinden muß, wie es leider bisher der Fall war und in der Regel zur Folge hatte, daß die von den eigenen abweichenden Beobachtungen stets mehr oder minder bezweifelt und unbedingt bekämpft wurden.

Es soll nun allerdings nicht verschwiegen werden, daß die in Nordchile und einigen anderen Wüstengebieten bestehende Parallelität zwischen Zurücktreten der Windwirkung und Zunahme des extremen Klimas nicht unbedingt umkehrbar ist. Man darf keineswegs, wo Windformen trotz Vorhandenseins lockerer Staubablagerungen fehlen, unbedingt ein besonderes extremes Klima postulieren und bei Nichtvorhandensein desselben die für einige Gebiete sicher richtige klimatische Deutung dann völlig verwerfen. Denn, wie eingangs (S. 630) ausgeführt, ist das Fehlen der Windwirkung in der chilenischen Kernwüste nicht *unmittelbar* klimatisch bedingt, sondern hat seinen Grund wahrscheinlich in dem vorwiegend klimatisch bedingten Festlegen des Sandes und Feingruses der Trockentäler. Überall, wo aus anderen Gründen, die wir im Einzelfalle nicht zu kennen brauchen, Staub auftritt, der Sand aber fehlt, werden wir dasselbe Zurücktreten der Windwirkung wie in der chilenischen Kernwüste finden können. Umgekehrt darf man den kernwüstenhaften Formenschatz dort nicht erwarten, wo das Klima zwar extrem wüstenhaft ist, wo aber treibender Sand von weniger extremen Wüstengebieten immer wieder hereingeweht wird und somit natürlich Korrasion und Deflation immer wieder im Gange hält. Vorsicht bei der Anwendung bzw. Nachprüfung der nordchilenischen Ergebnisse in anderen Wüstengebieten ist somit auf jeden Fall geboten, sowohl hinsichtlich der Bestätigung als auch der Ablehnung derselben.

Soweit die in Nordchile gefundenen Ergebnisse über den Zusammenhang der Windwirkung (und auch der anderen formenden Kräfte) mit den feinen Klimaunterschieden innerhalb des Wüstenklimas sich in der Tat auf andere Wüstengebiete der Erde anwenden lassen, würde die bisher von KAISER bei dem augenblicklichen Stande der Forschung bestrittene Möglichkeit der morphologischen Gliederung des wüstenhaften Raumes nach Klimagebieten doch bewiesen sein, und zwar nicht nur für die ohnehin weniger extremen Wüsten (BRYAN), sondern für die Gesamtheit des wüstenhaften Raumes. Insbesondere würde der Ausspruch KAISERS, daß „wesentliche Gründe für eine andere Formenentwicklung in den Binnenwüsten gegenüber den Küstenwüsten" bisher nicht vorgebracht worden sind[1], nicht mehr zutreffen. Wenn man den Ausdruck Küstenwüsten auf die wirklich von der Küste her unmittelbar klimatisch beeinflußten Gebiete beschränkt und diejenigen Gebiete ausschaltet, die zwar in der Nähe der Küste liegen, dem unmittelbaren Küsteneinfluß jedoch durch trennende Gebirge entrückt sind, ist in der Küstenwüste das Klima stets feucht und somit Grundwasserhaushalt, Verwitterung und Windwirkung und damit auch die Formung weitgehend anders als in den meist trockeneren Binnenwüsten. Auf die gerade in den küstennahen Wüstenstreifen besonders große Möglichkeit außergewöhnlich starker Materialentblößung und die damit verbundene Änderung des Verhältnisses von Korrasion zu Deflation (oben S. 631) sei in diesem Zusammenhang ebenfalls noch einmal hingewiesen.

Mit dem Zurücktreten von Wind- und Schwerkraftwirkungen in der extremen Wüste ist verbunden, daß die Formen nur noch durch das fließende Wasser bestimmt werden, da die Landschaft, wenn sie von einer der seltenen Wasserfluten geformt worden ist, jahrzehntelang „erstarrt" daliegt, bis eine neue Regenflut die Formung an dem alten Punkte fortsetzt. So haben wir denn beim Überschauen des gesamten ariden Raumes einschließlich der nicht wüstenhaften Gebiete *eine sehr eigenartige Aufeinanderfolge der Formen*. In den Steppen- und auch noch den Halbwüstengebieten wiegen durch fließendes Wasser geschaffene Formen weitaus vor. Mit zunehmender Wüstenhaftigkeit werden sie jedoch zu einem erheblichen Teile durch windgeschaffene Formen verdrängt (Rand- und auch Mittelwüsten), bis schließlich die Windformen allmählich wieder verschwinden und in den allertrockensten Teilen der Wüste, in der Kernwüste, die arid-fluviatilen Formen das Landschaftsbild so stark beherrschen wie kaum sonst irgendwo auf der Erde. Diese Aufeinanderfolge der Formen ist zwar aus den jeweiligen klimatischen Verhältnissen der verschiedenen Wüstenzonen unmittelbar verständlich, besitzt aber trotzdem in ihrer Gesamtheit unbedingt etwas Paradoxes. Besonders erstaunlich ist der scheinbare Umkehrpunkt, den die Formentwicklung in der Gegend der mäßig extremen Wüsten besitzt; außerhalb der Gegend des Umkehrpunktes ist das Verhältnis Windwirkung zu Wasserwirkung der zunehmenden Trockenheit direkt, innerhalb derselben umgekehrt proportional. Eine einfache Überlegung macht dieses geheimnisvolle Verhalten verständlich.

Die Formung durch fließendes Wasser ist in der Kernwüste wahrscheinlich keineswegs absolut größer als in der weniger extremen Mittel- und Randwüste. Beachten wir, daß die Niederschläge in der Kernwüste besonders selten sind und daß überdies die Beweglichkeit des oberflächlichen Materials gegenüber den angreifenden Kräften (Wind, fließendes Wasser, Schwerkraft) mit der Feuchtigkeit zunimmt, so können wir die wahrscheinliche Zunahme der formenden Wasserwirkung von der Kernwüste nach den Randgebieten durch eine ansteigende Linie darstellen (Fig. 1a). Da es am

[1] E. KAISER, Düsseldorfer Vorträge. 3. Teil a. a. O. S. 68; vgl. auch a. a. O. S. 70.

wahrscheinlichsten ist, daß bei zunehmenden Niederschlägen die Wasserwirkung nicht kontinuierlich steigt, sondern sich ihrem Höchstwert allmählich nähert, wollen wir im weiteren eine zunächst steil, dann flacher verlaufende Kurve als

Fig. 1a. Schema der Formung durch fließendes Wasser im wüstenhaften Raum.

richtig unterstellen. Die entsprechenden Überlegungen gelten für die formende Windwirkung; auch sie kann durch eine wahrscheinlich prinzipiell ähnlich gekrümmte Linie dargestellt werden, da ja auch die Windwirkung mit der von der Kernwürste nach der Randwüste zunehmenden Beweglichkeit des oberflächlichen Materials zunimmt (Fig. 1b). Entscheidend ist nun, daß beide Kur-

Fig. 1b. Schema der Formung durch Wind im wüstenhaften Raum.

ven, die Wind- und die Wasserkurve, trotzdem keineswegs identisch zu sein brauchen, sowohl was den Anfangspunkt als auch was die Krümmung der Kurven anbetrifft. Da die in der Kernwüste mangelnde Beweglichkeit des oberflächlichen Materials sich besonders gegenüber dem Winde auswirkt, während das Wasser infolge seiner erosiven Kraft auch weniger bewegliches Oberflächenmaterial immerhin anzugreifen (und insbesondere die den lockeren Staub vor dem Winde schützende Staubhaut leicht zu zerstören) vermag, wird der Anfangspunkt der Windkurve tiefer liegen als der der Wasserkurve. Entsprechend wird beim Übergang in die Mittel- und Randwüste die erhebliche Beweglichkeitszunahme des oberflächlichen Materials sich besonders für die Windtätigkeit auswirken, während die Wasserformung verhältnismäßig geringer zunimmt, zumal in den randlichen Wüsten die Niederschläge immer noch sehr selten sind, während der Wind dauernd wirken kann. Es wird somit die Kurve der Windwirkung von ihrem an sich niedrigeren Anfangspunkt aus wesentlich stärker steigen als die Wasserkurve, und es entspricht den bisherigen Anschauungen durchaus, daß sie in den Mittel- und besonders den Randwüsten gelegentlich höher hinaufsteigt als die Wasserkurve. Von der Randwüste aus in die feuchteren Gebiete hinein wird nun die Windkurve, da die Beweglichkeit des Oberflächenmaterials nunmehr nicht mehr merklich steigen kann, nur noch wenig ansteigen und dann sogar, eigentlich bereits außerhalb des uns unmittelbar interessierenden Gebietes, infolge des nunmehr allmählich zur Geltung kommenden Vegetationsschutzes bald wieder abfallen, während die Wasserkurve entsprechend der weiterhin starken Zunahme der wirksamen Niederschläge immer noch stark ansteigt. Wir haben auf diese Weise den Erfolg, daß beide Kurven, mit ihrem Koordinatenkreuz zur Deckung gebracht, nicht etwa parallel verlaufen oder gar sich völlig decken (was beides ein ganz besonderer, in der Natur wohl auch sonst kaum vorkommender Zufall wäre), sondern sich trotz prinzipiell ähnlicher Form zweimal schneiden (Fig. 1c). Diese schematische Figur zeigt nun

Fig. 1c. Zusammenwirken von fließendem Wasser und Wind im wüstenhaften Raum.

nicht nur die verschiedene Formungs*geschwindigkeit* in den klimatisch verschiedenen Wüstengebieten, sondern auch ganz deutlich den *relativen Anteil* der beiden Kräfte am Formenschatz: wo die Wasserkurve über der Windkurve liegt, ist die Formung durch fließendes Wasser stärker, wo die Windkurve höher liegt, die Formung durch Wind. Man sieht, daß von einem geheimnisvollen Umkehrpunkt im Gebiete der Mittel- und Randwüsten keine Rede ist[1].

Die durch die Kurven verdeutlichten Ausführungen über das Verhältnis von Wasser- und Windwirkung in einigen klimatisch verschiedenen Wüsten haben, obwohl vorläufig noch nicht für die Mehrzahl der Wüsten bewiesen, für die Ausdeutung *vorzeitlicher Ablagerungen* erhebliche Bedeutung. Bisher hat man wohl in der Regel aus einem Wechsel arid-fluviatiler zu äolischen Ablagerungen geschlossen, daß in der entsprechenden Zeit ein Klimawechsel vom etwas feuchteren zum trokkeneren Klima stattgefunden hat[2]. Aus Fig. 1c erhellt ohne weiteres, daß derselbe Wechsel von arid-fluviatilen zu äolischen Ablagerungen auch

[1] An der prinzipiellen Bedeutung dieser Kurven wird im übrigen nichts geändert, wenn man die Windwirkung insgesamt geringer bewertet, als ich es hier getan habe. Dann kommen die Kurven zwar nicht mehr zum Schnitt; auf jeden Fall erhält man jedoch in der Gegend der Mittel- und Randwüste eine besonders starke Annäherung der Wind- an die Wasserkurve, wodurch das relative Hervortreten der Windformen ebenfalls zum Ausdruck kommt.

[2] z. B. E. KAISER, Die Diamantenwüste a. a. O. 2, S. 211.

dann eintreten muß, wenn das Klima vom extrem wüstenhaften zum normal wüstenhaften übergeht, und in der Tat würde man in Nordchile ein solches Profil erwarten können, wenn die Kernwüste plötzlich randwüstenhaftes Klima bekommen würde. Die aus dem Profil abgelesene angeblich *feuchtere* Vorzeit würde dann in Wirklichkeit eine *besonders wüstenhafte* sein, und alle auf der feuchteren Vorzeit aufgebauten Schlüsse wären falsch! Für die Überlagerung von äolischen durch aridfluviatile Ablagerungen gilt sinngemäß das Umgekehrte. Soweit also die Aussagen über vorzeitliche Klimate auf dem Studium derartiger Profile aufgebaut sind, besitzen sie nach dem Gesagten einen erheblichen Unsicherheitsfaktor, und ich gestehe, daß ich aus diesem Grunde den meisten Behauptungen über feuchteres Vorzeitklima in den verschiedenen Wüsten, soweit sie nicht noch durch andere Tatsachen gestützt sind, zunächst abwartend gegenüberstehe.

Damit bekommt auch die unlängst von KAISER aufgestellte und besonders in ihrem ersten Teil wohl von jedem gewissenhaften Morphologen unterschriebene Behauptung, daß eine klimatische Deutung der Formen erst möglich sei, wenn die Vorzeitformen herausgeschält seien, und daß diese Herausschälung nur mit Hilfe stratigraphisch-geologischer Methoden möglich sei[1], ein etwas anderes Gesicht. Denn gerade im ariden Klima mit seinem Zurücktreten oder gar Fehlen tierischer und pflanzlicher Ablagerungen wird die geologische, stratigraphische Methode nicht selten auf die Verwertung derartiger Aufeinanderfolgen von Ablagerungen herauskommen, und diese Auswertung ist, wie aus obigem Beispiel ersichtlich, wirklich einwandfrei erst möglich, wenn man die heutigen Formen und Kräfte in der Wüste kennt[2]. Es wird wohl vorläufig dabei bleiben müssen, daß man zwar nicht auf die Beurteilung der Vorzeitbildungen verzichtet und sich zu diesem Zweck nach Möglichkeit der geologischen Methode bedient[3], daß man daneben aber auch auf die zweifellos vorhandenen Zusammenhänge zwischen heutigem Klima des Wüstengebietes und Formengestaltung, also besonders auf die wirkenden Kräfte, achtet und bereit ist, darnach auch die Anschauungen über die Auswertbarkeit von Vorzeitbildungen zu korrigieren. Die unerfreulichsten Zirkelschlüsse sind sonst unausbleiblich.

Wenn man das über die Windwirkung Gesagte überschaut, erscheint es nicht mehr verwunderlich, daß diejenige Wüste, die lange als Prototyp jeder Wüste galt, die *Sanddünenwüste*, mit ihrem Maximum äolischer Formung, heute von der Mehrzahl der Wüstenforscher nur noch als ein räumlich zwar nicht zu vernachlässigender, aber doch zurücktretender Sonderfall der Wüstenausbildung angesehen wird[1]. Wir wollen daher darauf verzichten, auf die die Dünenwüste betreffenden Probleme einzugehen. Nur eins sei in diesem Zusammenhange erwähnt. Der Sand der Dünenwüste ist genau genommen stets allochthon, und wir wissen oft nicht, wo sich das eigentliche Ursprungsgebiet des zur Ablagerung kommenden Sandes befindet. Da windbewegter, zur Ablagerung kommender Sand auch unter keineswegs wüstenhaften Klimabedingungen nicht selten die autochthone Vegetation zu ersticken vermag und da auf Dünen die Bedingungen für die Entstehung und Erhaltung neuer Vegetation im allgemeinen relativ ungünstig sind, so braucht eine dem Landschaftsbild nach unbedingt wüstenhafte Sandwüste keineswegs stets wirklich wüstenhaftes Klima zu haben. Der Sand, in ein Nachbargebiet hineingeweht, kann dort den Wüstencharakter eines vorher steppen- oder halbwüstenhaften Gebietes erst hervorrufen. Die Dünenwüsten sind also zur Beurteilung wüstenhaften Klimas nicht sehr geeignet. — Auch das hat übrigens für die Beurteilung früherer Klimaänderungen Bedeutung. Die Tatsache, daß früher besiedelt bezw. bewachsen gewesene Gebiete heute von Sand überweht sind, darf, soweit nicht Einflüsse von außen ausgeschlossen sind, nicht etwa ohne weiteres als Beweis für eine dort stattgehabte Klimaänderung angesehen werden, sondern kann auch auf eine Klimaänderung im jetzigen Herkunftsgebiet des Sandes zurückgeführt werden. Für die Auswertung der diskutierten Aufeinanderfolge äolischer Ablagerungen über arid-fluviatilen hat diese Möglichkeit die Auswirkung, daß sie nicht nur die Tatsache eines früher *feuchteren*, sondern sogar früher überhaupt *anderen* Klimas an der Ablagerungsstelle immerhin fraglich macht.

[1] E. KAISER, Düsseldorfer Vorträge. 3. Teil a. a. O. S. 89f.

[2] Vgl. auch S. PASSARGE, Düsseldorfer Vorträge. 3. Teil a. a. O. S. 65.

[3] Vgl. z. B. H. MORTENSEN, Der Formenschatz a. a. O. S. 44f., 119f.

[1] Vgl. auch J. WALTHER, Das Gesetz der Wüstenbildung a. a. O. S. 203.

Das Klima im technischen Entwurf[1].

Von K. LUBOWSKY, Berlin.

Die Berücksichtigung des Klimas bei konstruktiven und planenden Arbeiten des Ingenieurs ist eng verwandt mit den bereits früher in dieser Zeitschrift behandelten Höhenlagekorrekturen. Wenn man unter Klima den Integralwert des Wetters auf Grund langer Beobachtungen in einer bestimmten Gegend versteht, so spielen hierbei neben der Luft*bewegung*, die in diesem Rahmen nicht gestreift werden soll, die wichtigste Rolle: Luft*temperatur* und Luft*feuchtigkeit*.

Der Techniker hat mit den jeweils gegebenen

[1] Auszug aus einem Vortrag des Verfassers, gehalten in der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. Die Diagramme dieses Aufsatzes sind auf Grund von Zahlenreihen aus dem Archiv des meteorologischen Instituts der Universität Berlin gezeichnet worden.

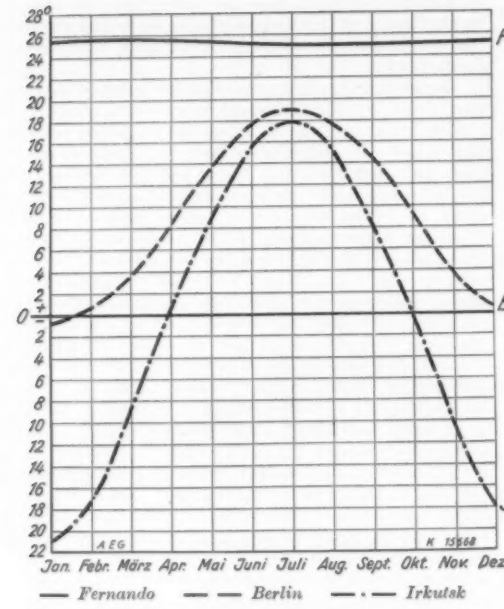

Fig. 1. Jahresthermogramme von Mittelwerten in verschiedenen Klimaten.

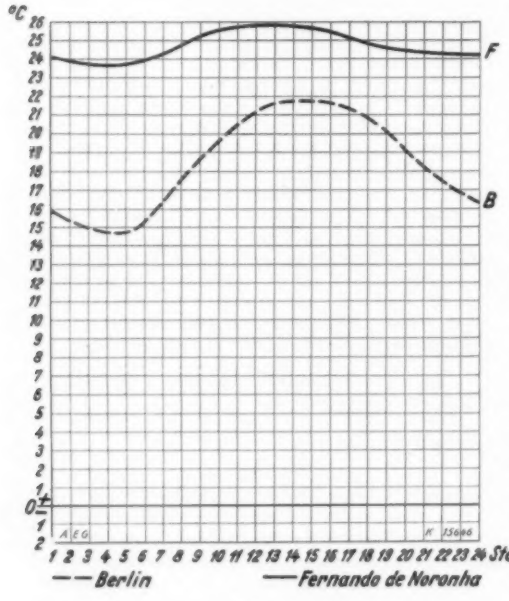

Fig. 2.
Tagesthermogramme der heißen und gemäßigten Zone.

Daten des Betriebsortes zu rechnen. Wie diese Betriebsvoraussetzungen zustande kommen, ist für ihn so lange zweitrangige Angelegenheit, als die Angaben für seine Vorarbeiten von orts- und sachkundiger Quelle geliefert und in den Fragebögen gewissenhaft vermerkt werden. Diese Voraussetzung trifft im Angebotswesen aber durchaus nicht immer zu, und die Planungsingenieure sind in Ermangelung der zur Klärung erforderlichen Zeit darauf angewiesen, auf Grund von klimatischen Tabellen Schätzungen anzustellen und hiernach zu arbeiten. Einige Hinweise auf Grundlagen der allgemeinen Klimakunde seien daher an dieser Stelle erlaubt.

Das Grundelement des Klimas ist die Wärme, herrührend von der Sonne, deren Strahlen am Äquator senkrecht die Bodenfläche treffen und auf kürzestem Wege senkrecht die Lufthülle durchschneiden. Nach den Polen zu wird die Neigung des Einfallswinkels immer schiefer, die eingestrahlte Wärmeenergie, die vom Sinus des Einfallswinkels abhängt, wird geringer, und hinzu kommt für diese mittleren Breiten der ausgeprägte Wärmeunterschied der Jahreszeiten infolge der schiefen Lage der Erdachse.

Bekanntlich herrschen nur am Äquator genau 12 Stunden Tag und 12 Stunden Nacht. Die übrigen Breiten ändern mit Sommer und Winter das Übergewicht der Tages- und Nachtstunden zueinander, d. h. es ändert sich auch das Verhältnis der Wärmeeinstrahlung und Wärmeausstrahlung. Diese periodische Änderung der mittleren Temperatur im Laufe eines Jahres prägt sich aus nachfolgenden Gründen besonders im Innern der Kontinente aus.

Fig. 1 enthält die Jahresthermogramme von 3 Orten, welche die wichtigsten Klimate wiedergeben, nämlich die nahezu gleichbleibende Mitteltemperatur einer tropischen Insel — Fernando de Noronha —, ferner die wenig schwankende Temperatur des mitteleuropäischen, sozusagen halb insularen Klimas der gemäßigten europäischen Zonen und das erheblich schwankende, ausgesprochen kontinentale Klima der gemäßigten Zone im Innern Sibiriens. Man erkennt einmal den Unterschied der Temperaturwerte an sich und ferner unabhängig von der Höhe der mittleren Temperatur den ausgleichenden Einfluß der Wärmekapazität des mehr oder weniger entfernten Meeres.

Auch im Tagesthermogramm läßt sich dieser Einfluß verfolgen. Fig. 2 vergleicht wiederum die tropische Insel mit Berlin.

Die Wirkung der Meeresnähe erkennt man ferner in Fig. 3, wo die Jahreskurven von Hamburg und Berlin gegenübergestellt sind. Die Wärmekapazität des Meeres dämpft die Amplitude der sinusartig schwingenden Jahreskurve der Temperatur. Das gleiche Diagramm zeigt außerdem den Einfluß der Höhenlage auf den Temperaturverlauf. Das gleiche geht noch deutlicher aus den Tageskurven hervor Fig. 4.

Im großen Maßstab tritt die Einwirkung

des Meeres zutage, wenn man die Isothermen (Verbindungslinien der Orte gleicher Temperatur) auf der nördlichen und südlichen Halbkugel der Erde betrachtet. Der Wasserreichtum der südlichen Halbkugel hat zur Folge, daß der Äquator durchaus nicht die heißeste Zone der Erde ist. Vielmehr sind die heißesten Isothermen erheblich nach Norden verschoben.

Aber auch innerhalb der geographisch heißen Zone kann, wie aus Fig. 3 für alle Zonen zu folgern ist, die Höhenlage eines Ortes zu anormalen mäßigen Temperaturen führen. In einer Gegend von ausgesprochen gebirgigem Charakter gilt das Gesetz der abnehmenden Temperatur derart, daß je nach der Jahreszeit und der Steilheit der Abhänge die Temperatur je 100 m um $^1/_2$—$^2/_3$° fällt. In Hochplateauländern größerer Ausdehnung fehlen jedoch die senkrechten Luftströmungen der Berg- und Talwinde. Außerdem hat die gesteigerte Intensität der Sonnenstrahlung an hochgelegenen Orten zur Folge, daß erhebliche Unterschiede zwischen der Temperatur einer von der Sonne bestrahlten Fläche und der umgebenden Luft eintreten. Aus Chile, Südwestafrika, Nordwesthimalaja u. a. wird berichtet, daß bisweilen im Hochebenenland höhere Lufttemperaturen als zur gleichen Zeit im Tiefland an der Küste herrschen. Die Sonnenstrahlung in Höhe des Mont Blanc hat ungefähr doppelte Intensität wie in Höhe von Chamonix. Am Pic du Midi wurden in 2877 m Höhe mittags Bodentemperaturen von 52° gemessen. Das Gebirge gibt also nicht unbedingt Gewähr für niedere Temperaturen.

Bedenkt man also, daß die Temperatur des Betriebsortes durch die geographische Zone, die Nähe des Meeres, die Höhenlage, die Erdwärme, örtliche Winde u. a. bestimmt ist, so wird klar, daß die Benutzung der gedruckten Tafelwerte einzelner Beobachtungsstationen eines fremdem Bestimmungslandes durchaus mit Vorsicht erfolgen muß. Grundsätzlich wertlos sind für den Techniker stets Mittelwerte, wenn sie nicht durch die oberen und unteren Grenzwerte der Beobachtungen ergänzt sind. Als Grenzfall einer technisch wertlosen wissenschaftlichen Feststellung kann die Zahl von 15° *mittlerer* Temperatur einer Halbkugel der Erde angeführt werden.

Eine für exportierende technische Firmen beachtenswerte Darstellung von Temperaturkurven gibt Fig. 5. Die Phasenverschiebung der Jahreszeiten auf der nördlichen und südlichen Halbkugel wirkt sich für den Absatz verschiedener technischer Waren, z. B. von elektrischen Öfen, Ventilatoren, Kühlschränken und dergleichen Geräten deutlich aus. Diese Phasenverschiebung spielt in der Absatzkurve und in der Werbung eine maßgebende Rolle. Für exportierende Werke ergibt sich hieraus ein wichtiges Moment des Ausgleichs für die Beschäftigung und Lagerhaltung der Fabriken.

Ein natürliches Gesetz in der elektrischen Energieerzeugung und -verteilung bringt es mit sich, daß sehr oft zwischen der Kurve des täglichen Temperaturverlaufs der Luft und der Belastungskurve des Betriebs eine ausgleichende Phasen-

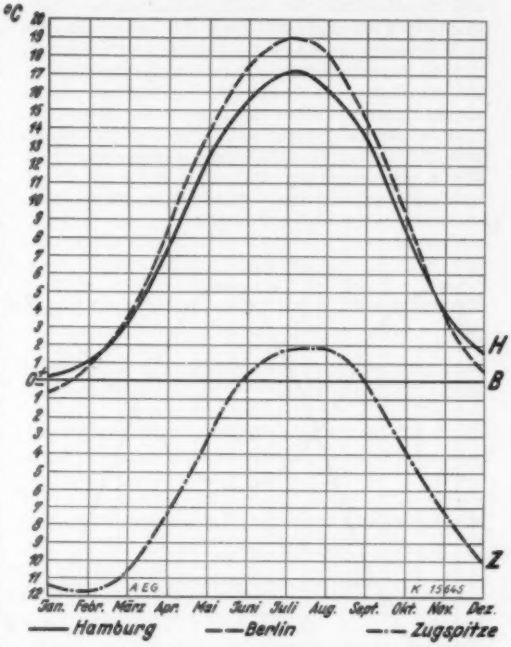

Fig. 3. Jahresthermogramme von Mittelwerten im Tiefland und Hochland.

verschiebung herrscht. Die Erwärmung von Maschinen, die teils durch die Umgebung, teils

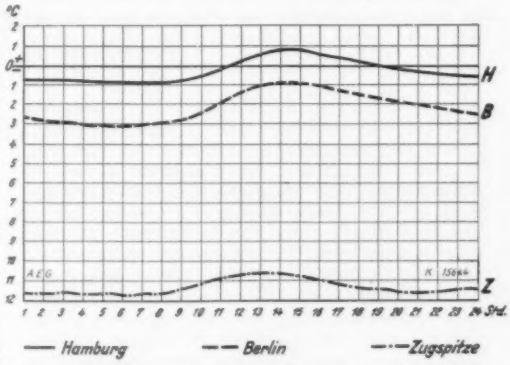

Fig. 4. Winter-Tagesthermogramme am Meere im Binnen- und Hochland.

durch die jeweilige Belastung bestimmt ist, muß daher mit großer Toleranz beurteilt werden. Die Vorschriften des Verbandes deutscher Elektro-

techniker üben diese Toleranz, indem sie zwar von der Voraussetzung einer Umgebungstemperatur von 35° ausgehen (die amerikanischen, englischen und französischen Vorschriften nehmen 40° an), aber die Leistung auf Grund der erreichten Betriebstemperatur, nicht der Erwärmung bemessen.

Beachtenswert ist die Tatsache, daß der Temperatureinfluß auf technische Erzeugnisse nicht immer durch die Höhe der Temperatur als solche, sondern vielmehr durch den Grad und die Schnelligkeit der Temperatursprünge gegeben ist. Über diesen sehr wichtigen Faktor findet man in gedruckten klimatischen Tafeln im allgemeinen

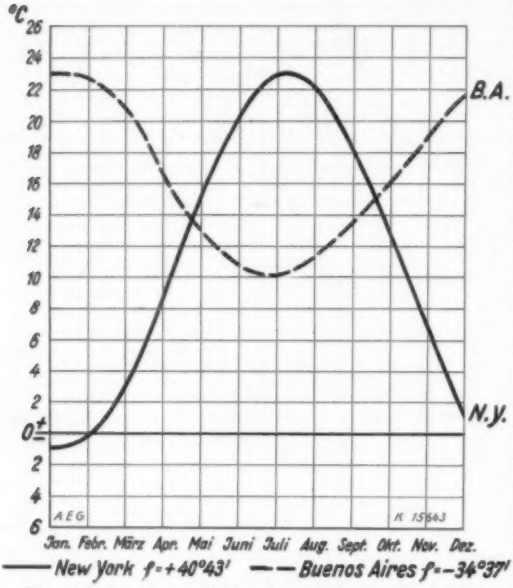

Fig. 5. Phasenverschiebung der Temperaturkurven auf der nördlichen und südlichen Halbkugel.

keine Mitteilungen. Sowohl die Baustoffe sprechen zum Teil sehr empfindlich auf Temperatursprünge an als auch besonders die schützenden Anstriche.

Die Rücksichten auf Gefahren der Lufttemperaturen, die bekanntlich ebenso tief unter Null in der Praxis beobachtet werden wie in warmen Gegenden über 0°, beeinflussen Entwurf und Betrieb mehr, als gemeinhin bekannt ist. Dehnung und Schrumpfung, Verflüssigung und Verdampfung, Eindicken und Einfrieren, mittelbare chemisch-physikalische Änderungen und dergleichen sind häufige Ursachen technischer Beanstandungen aus Gegenden mit ungewöhnlichen Klimaten. Der Konstrukteur hat jedenfalls im technischen Welthandel mit Lufttemperaturen zu rechnen, die zwischen +60° und −60° liegen. Diese Voraussetzung stellt an die technischen Erzeugnisse insofern hohe Ansprüche, als man sich heute bemüht, die normale Ware so hochwertig zu fertigen, daß teure Sonderausstattungen nicht erforderlich werden.

Wie bereits früher auszugsweise angedeutet wurde, lassen sich aber die klimatischen Rücksichten keineswegs ausschalten. In hohem Maße gilt dies von der Luft*feuchtigkeit*.

Je nach Luftdruck und Lufttemperatur verdunstet das Wasser an der Oberfläche von Flüssen, Seen und Meeren. Praktisch beträgt der Gehalt der Luft an Wasserdampf, d. h. die sog. absolute Feuchtigkeit, bis zu etwa 25 g je Kubikmeter. Bei 760 mm Hg nimmt die Luft unter 0° etwa 5 g und bei 30° bis zu 30 g in 1 ccm auf. Diesen Zustand, in dem jede Verminderung der Temperatur und jede Erhöhung des Luftdrucks zur Bildung von Nebel und Niederschlag führt, bezeichnen wir als gesättigte Luft. Da aber die Luft in der Regel nicht bis zu dieser Grenze mit Wasserdampf gemischt ist, so setzt man den tatsächlichen Wasserdampfgehalt zu dem unter gegebenen Verhältnissen möglichen Gehalt in prozentuale Beziehung und spricht von der *relativen Feuchtigkeit*. Nach den klimatischen Tafeln der Erde rechnen wir mit 20—100% relativer Feuchtigkeit.

Die relative Feuchtigkeit ist insbesondere bei Trockenvorgängen für den Ingenieur interessant. Für die Verbrennung, für den Schutz gegen Rost und Korrosion jeder Art, sowie Quellung und Schwund hygroskopischer Baustoffe sind die absoluten Werte ebenfalls von Nutzen. Erwähnenswert ist das HANNsche Gesetz, nach dem die absolute Feuchtigkeit mit steigender Höhe schnell abnimmt. Hierdurch erklärt sich die Rostfreiheit der eisernen Kruzifixe auf den Bergeshöhen und der Stacheldrahtverhaue während der Alpenkämpfe im Weltkriege. Dessen ungeachtet führt die relative Feuchtigkeit in größeren Höhen leichter zur Wolken- und Niederschlagsbildung in Form von Regen, Reif, Schnee und Eis.

Der Raum gestattet an dieser Stelle nicht die Anführung von Beispielen technischer Anwendung zu den kurz erwähnten Daten. Mag es sich um Feuchtschutz von Elektromotoren und anderen Maschinen, um Isoliermittel, um hygroskopische Baustoffe, wie Gewebe, Holz und Papier, um die Skalen von Instrumenten, um das Beschlagen von Gläsern, um reif- und eisbelastete Leitungen, um Schutzmaßnahmen der Bauingenieure gegen Verwehung und Lawinen oder gegen Hochwasser handeln, Hunderte von Beispielen der Technik führen den Ingenieur zum Studium der Klimakunde, wofür im vorangehenden Aufsatz über die Energiewirtschaft in warmen Ländern bereits einige Beispiele gebracht wurden.

Die harmonische Lebenseinheit vom Standpunkt exakter Naturwissenschaft[1].

Von HANS GRADMANN, Erlangen.

1. *Der Standpunkt exakter Naturwissenschaft in der Biologie.*

Es gibt zwei grundsätzlich verschiedene Möglichkeiten, Naturerscheinungen zu erklären, zwei Arten der Naturbetrachtung. Die eine, die objektive, kümmert sich nur um die Erscheinungen der äußeren Welt. Sie ordnet sie, zerlegt sie, stellt Gesetze auf, durch die sie möglichst einfach zusammengefaßt werden und sucht nach allgemeineren Gesetzen, aus denen sich die spezielleren ableiten lassen. Darin besteht ihre Erklärung.

Die andere dagegen, die subjektive Naturbetrachtung, geht aus vom Ich-Bewußtsein und vom Bewußtsein der freien Willensentscheidung und legt etwas Ähnliches in die Umwelt hinein, um damit gewisse Erscheinungen zu erklären, ob sie nun Sturm und Gewitter personifiziert oder ob sie die ganze Natur als ein Wesen betrachtet, das bildet und schafft und vielleicht alles mögliche damit bezweckt, was uns aber unverständlich bleibt, ob sie Tier und Pflanze beseelt — oder ob sie die Handlungen des Mitmenschen psychologisch zu verstehen sucht. Für diese Betrachtungsweise ist es bezeichnend, daß sie von vornherein darauf verzichtet, die Erscheinungen durch strenge Gesetze erfassen zu wollen — das ist natürlich nicht möglich, wo Willkür herrscht — sie kann nur *beschreiben* im gewöhnlichen Sinn, höchstens nichtbindende Regeln aufstellen, im Gegensatz zur objektiven Betrachtungsweise, die die Erscheinungen durch Gesetze *exakt* festzulegen sucht. Der Standpunkt exakter Naturwissenschaft ist eben durch diese objektive Betrachtungsweise gekennzeichnet.

Dieser Standpunkt wird aber keineswegs nur in Physik und Chemie, den sog. exakten Naturwissenschaften, eingenommen. Die Auffassung der Biologie als einer beschreibenden Wissenschaft, die grundsätzlich auf eine exakte Erklärung verzichten müsse, ist ja längst veraltet. Die objektive Betrachtungsweise hat sich über immer weitere Gebiete erfolgreich ausgedehnt, aber nur schrittweise. Auch an viele Erscheinungen der anorganischen Welt hat sie sich lange nicht gewagt und die Erklärung eines Gewitters, eines Erdbebens einer subjektiven Betrachtungsweise zugeschoben. Die Entstehung unserer Erdoberfläche oder der Gestirne hat sie erst spät in ihren Kreis gezogen. Besonders lange aber hat sie vor dem Leben haltgemacht, das als unerforschlich, als eine Domäne subjektiver Betrachtungsweise erschien. Mit dem Nachweis der Gültigkeit vieler physikalischer und chemischer Gesetze am lebenden Körper, mit der Feststellung streng gesetzmäßiger Reaktionen eines Organismus war auch diese Grenze gefallen. Damit ist natürlich noch nicht gesagt, daß nun alles chemisch-physikalisch erklärbar sein müßte. Gewisse Erscheinungen am Lebenden könnten danach immer noch von solcher Erklärung ausgeschlossen sein, als die „eigentlichen Lebenserscheinungen". Wenn wir aber in der Geschichte der neueren Forschung sehen, daß zu verschiedenen Zeiten recht verschiedene Dinge als unerklärlich galten, so erkennen wir daran, daß man von vornherein gar nicht sagen kann, wo die Grenzen objektiver Betrachtungsweise liegen. Die einzige Möglichkeit, sie zu finden, besteht darin, diese Betrachtungsweise probeweise auf alle Erscheinungen anzuwenden. Eine Trennung der Naturerscheinungen in zwei Gruppen so, daß für die eine die subjektive, für die andere die objektive Betrachtungsweise allein zuständig wäre, ist ganz unmöglich. Die objektive Naturbetrachtung muß das ganze Gebiet umfassen. Da aber die subjektive Betrachtungsweise nicht einfach abgelehnt werden kann — wer wollte die Berechtigung der Psychologie bestreiten? —, ergibt sich daraus die Folgerung, daß wir auf denselben Gegenstand beide Betrachtungsweisen anwenden können. Die objektive, physische Erklärung einer Erscheinung braucht eine psychische nicht auszuschließen, und umgekehrt. Es hat sich immer wieder als ein Fehler erwiesen, wenn sich die eine Betrachtungsweise von einem Gebiet zurückgehalten hat, weil es der anderen Betrachtungsweise zugänglich erschien. *Darum muß die Biologie sich den Standpunkt exakter Naturwissenschaft ohne Einschränkung zu eigen machen.*

Der Standpunkt ist einseitig und man wird von ihm aus das Leben nicht erschöpfen. Aber der Erfolg dieser Betrachtungsweise gibt uns die Überzeugung, daß wir so weit tiefer in das Wesen der Dinge eindringen, wenn wir sie für sich selbst betrachten und nicht menschliches Wesen in sie hineintragen.

2. *Harmonische Lebenseinheiten.*

Wenn die moderne Biologie sich ein objektives Bild von der lebenden Welt machen will, so muß sie sich frei machen von allen Vorstellungen, die auf subjektiver Einstellung beruhen. Es ist manchmal gar nicht leicht, solche Vorurteile völlig los zu werden. So ist es das Bewußtsein des Menschen, ein geschlossenes Ganzes, eine Einheit zu bilden, das in uns unwillkürlich die Vorstellung weckt, die ganze lebende Welt zerfalle in eine bestimmte Zahl entsprechender Einheiten, die wir Organismen nennen. Prüfen wir einmal, ob sich diese Vorstellung objektiv rechtfertigen läßt!

Worin besteht ein Organismus? Rein *räumlich*, etwa als zusammenhängende lebende Substanz, können wir ihn nicht begrenzen. Denn Parasiten, auch wenn sie noch so innig mit einer Pflanze, einem Tier verbunden sind, wie etwa Blutparasiten, pflegen wir nicht als einen Teil des Organismus zu

[1] Vortrag, gehalten beim Universitäts-Vortragsabend in Erlangen am 25. November 1929.

bezeichnen. Der Grund ist offenbar der, daß sie anderer Herkunft sind. Nur solche räumlich abgegrenzte Körper, die einheitlicher Herkunft sind, die sich auch aus einem räumlich abgegrenzten Körper entwickelt haben, pflegen wir Organismen zu nennen. Ein Organismus wäre demnach eine *räumlich-zeitlich* begrenzte Einheit. Wir haben damit eine vollkommen klare begriffliche Umgrenzung dessen, was man im allgemeinen als Organismus bezeichnet, und beim Menschen oder bei höheren Tieren, die immer nur aus einer befruchteten Eizelle entstehen, heben sich die so begrifflich unterschiedenen Einheiten auch tatsächlich sehr deutlich voneinander ab. Das ist aber vielfach nicht mehr der Fall bei niedrigeren Lebewesen, die sich vegetativ fortpflanzen, durch Loslösung eines Körperendes, einer Knospe oder eines Zweiges. So gibt es viele Pflanzen, namentlich Moose, die sich dadurch vermehren, daß sie sich nach oben hin verzweigen und von unten her allmählich absterben. Sobald eine Verzweigungsstelle abstirbt, sind damit aus einem Organismus zwei geworden, ohne daß sich offenbar damit etwas Wesentliches geändert hätte. Der Zweig lebt ebenso wie das Stämmchen weiter. Begrifflich können wir eine scharfe Trennungslinie ziehen: in dem Augenblick, wo der letzte Zusammenhang lebender Substanz unterbrochen wird, hört der eine Organismus auf zu sein und zwei andere treten an seine Stelle. Aber ist wirklich ein sachlicher Gegensatz vorhanden? Tun wir der Natur nicht einen Zwang an, wenn wir sie in ein solches Begriffsschema einspannen? Zu praktischen Zwecken, um den Überblick über alles Lebende zu erleichtern, ist eine solche Gliederung wohl angebracht. Aber wir müssen uns hüten, von vornherein mehr als eine rein äußerliche Einteilung darin zu sehen. Es gilt erst zu untersuchen, ob diese räumlich-zeitlichen Einheiten, die wir Organismen nennen, noch weitere, besondere Eigenschaften besitzen, die ihnen eine Sonderstellung in der Gesamtheit alles Lebendigen verleihen.

Der Name Organismen deutet auf solche besonderen Eigenschaften hin, und in der Tat besitzen alle Organismen eine sehr auffallende Eigenschaft, eine Harmonie aller Teile, ein Zusammenwirken der Funktionen, das uns immer aufs neue Bewunderung abnötigt.

Ein Organismus bildet eine *harmonische Einheit*, die dadurch gekennzeichnet ist, daß die Teile einander in ihrer Tätigkeit ergänzen, daß sie gegenseitig voneinander abhängen und durch ihr Zusammenwirken ein lebensfähiges Ganzes bilden. Diese Eigenschaft, eine harmonische Einheit zu bilden, besitzen nun aber unsere Organismen keineswegs allein.

Eine harmonische Einheit bildet auch eine Flechte, obwohl ihre Teile ganz verschiedener Herkunft sind, der eine Teil eine Alge, der andere ein Pilz. Aber sie hängen sehr stark voneinander ab und könnten beide für sich allein am Standort der Flechte meist nicht leben, obwohl sie sich unter bestimmten Bedingungen für sich kultivieren lassen.

Um harmonische Einheiten handelt es sich bei allen den vielen Symbiosen, zwischen stickstoffbindenden Bakterien und Bohnen oder Lupinen, zwischen Wurzelpilzen und bestimmten Waldbäumen, zwischen Tieren und Leuchtbakterien, zwischen den verschiedensten Tieren und Pflanzen. Die Teilnehmer an einer solchen Einheit brauchen dabei nicht einmal eng vereinigt zu sein. Viele holzbohrende Käfer leben in Symbiose mit Pilzen, die ihnen die Cellulose, von der sie leben, erst aufschließen, erst genießbar machen. Dabei gibt es, wie P. BUCHNER kürzlich gezeigt hat, Formen, welche die Pilze zu diesem Zweck in ihre Zellen aufnehmen, andere, die sie außerhalb ihrer Zellen, aber doch im Körper, in besonderen Taschen beherbergen und wieder andere, welche Pilzzucht außerhalb ihres Körpers, in den Bohrgängen, treiben. In allen 3 Fällen dieselbe gegenseitige Abhängigkeit von Tier und Pilz, in allen Fällen eine harmonische Einheit, auch da, wo kein räumlicher Zusammenhang besteht. Tierstaaten, wie etwa ein hoch organisierter Ameisenstaat, sind die schönsten Beispiele harmonischer Einheiten, deren Teile nicht fest verbunden sind.

Weiter bilden auch alle Pflanzen- und Tierarten eines Waldes einschließlich der Bodenbakterien eine harmonische Einheit. Sie alle ergänzen einander in ihrer Tätigkeit sehr weitgehend. Kaum eine von ihnen könnte sich auf die Dauer allein behaupten. Und schließlich ist die Gesamtheit aller Lebewesen ein harmonisches Ganzes, von dem kein wesentlicher Teil ohne die anderen Teile lebensfähig wäre.

Aber die Organismen treten nicht nur zu harmonischen Einheiten höherer Art zusammen, sie sind selbst auch aus harmonischen Einheiten zusammengesetzt. Vor allem die Zellen müssen wir als solche betrachten. Wir erkennen das am besten an den niederen Algen, wo zum erstenmal Zellen zu einem Organismus höherer Art zusammentreten. Eine einzellige Alge wie *Chlamydomonas* besitzt schon eine weitgehende Organisation, eine Gliederung in Kern, Plasma und Cellulosewand, einen grünen Chloroplasten, zwei Geißeln, einen roten Augenfleck und anderes mehr. Sie vermehrt sich durch Teilung. Die 16 Zellen, die bei *Pandorina* durch eine gemeinsame Gallertschicht zusammengehalten werden, besitzen ganz den gleichen Bau, sie verhalten sich untereinander auch insofern gleich, als jede von ihnen durch Teilung eine neue Gruppe von 16 Zellen bildet, die später selbständig fortschwimmt, eine neue Kolonie, wie wir es nennen. Daran reihen sich einige Formen, deren Zellen zahlreicher und zu einer Hohlkugel geordnet sind, sich aber im übrigen gleich verhalten, wenn wir von gewissen Größenunterschieden innerhalb der Kolonie absehen. Auch bei *Volvox* zeigen die einzelnen Zellen in Bau und Lebensweise die größte Übereinstimmung mit Chlamydomonas, unterscheiden sich voneinander jedoch dadurch,

daß nur noch einzelne von ihnen der Fortpflanzung dienen, die anderen sich auf Fortbewegung und Ernährung beschränken. Durch diese Arbeitsteilung ist aber aus dem bloßen Nebeneinander von Zellen ein Organismus höherer Art geworden, eine neue harmonische Einheit ist entstanden.

Man pflegt nun zu sagen: die Zelle „gibt ihre Selbständigkeit auf" in dem Augenblick, wo sie ein Teil eines höheren Organismus wird. Gewiß, die Zelle ist etwas weniger selbständig insofern als sie nicht mehr sämtliche Funktionen selbst erfüllen kann. Aber im allgemeinen ist doch ihre ganze Lebensweise noch dieselbe wie die einer einzellebender Zelle. Sie ist immer noch weit selbständiger als ein Parasit, der ganz auf seinen Wirt angewiesen ist und den wir nichtsdestoweniger als Organismus bezeichnen. Ja, diese Zellen sind im Grunde selbständiger als alle Tiere. Denn sie können ihre Körpersubstanz mit Hilfe der Sonnenenergie selbst aufbauen, während die Tiere in ihrer Ernährung vollkommen von den Pflanzen abhängig sind. Wenn oft gesagt wird, die Zellen eines Organismus könnten sich nicht mehr selbst erhalten, so wird damit die Bedeutung des Organismus (im gewöhnlichen Sinn) ganz ungebührlich in den Vordergrund gestellt. Objektiv betrachtet, erhält sich eben jede Zelle unter den Bedingungen, unter denen sie sich innerhalb des Organismus befindet, und daß die Abhängigkeit von den anderen Teilen des Organismus häufig gar nicht sehr groß ist, das zeigen uns die Kulturen isolierter Gewebe und isolierter Organe, die wochen- und monatelang am Leben bleiben können, oft länger als der Organismus, dem sie entnommen sind, normalerweise gelebt hätte. Wir können demnach auch ganze Körperteile, ganze Organe als harmonische Lebenseinheiten auffassen, die sich am gegebenen Ort durch Zusammenwirken ihrer Teile erhalten. Freilich lassen sich diese Einheiten dann nicht mehr scharf gegeneinander abgrenzen, und vielfach ist das Zusammenwirken der Teile so unbedeutend, die Abhängigkeit von der Umgebung so stark, daß wir dann kaum noch von harmonischen Einheiten werden reden wollen.

Es gibt also im Bereich des Lebendigen alle Abstufungen von harmonischen Einheiten, von Individualitäten. Je selbständiger das Ganze, je abhängiger die Teile gegenseitig voneinander sind, um so mehr tritt die Einheit hervor. Dabei braucht das Ganze nicht einmal eine räumliche Einheit zu bilden, und jede harmonische Einheit, obwohl sie als ein Ganzes betrachtet werden kann, kann selbst wieder den Teil einer höheren Einheit, ja von verschiedenen höheren Einheiten bilden, wie ja auch der Mensch verschiedenen Organisationen und Vereinen angehören kann, ohne daß man ihm deshalb Selbständigkeit, Individualität vollkommen absprechen könnte. Es erscheint als eine Willkür, wenn wir den räumlich-zeitlichen Einheiten, den sog. Organismen, eine Harmonie besonderer Art zuschreiben. Gewiß sind sie manchmal besonders hoch organisiert, ihre Teile besonders stark aufeinander angewiesen, aber doch keineswegs immer: die Algenfäden unserer Teiche können wir beliebig in Stücke zerreißen — die Teilstücke wachsen meist ohne jede Störung weiter. Einen Weidenzweig können wir zerschneiden — und in feuchten Boden gesteckt bildet jedes Stück eine neue Pflanze. Kleine Teilstücke eines Regenwurms können weiterleben und sich wieder zu einem ganzen Regenwurm entwickeln. Wenn wir trotzdem diese räumlich-zeitlich begrenzten Einheiten, die Organismen, als Einheiten von einer ganz besonderen Art, als Lebenseinheiten *κατ' ἐξοχήν* betrachten, liegt da nicht der Verdacht nahe, daß wir das nur tun, weil wir selbst solche räumlich-zeitlich begrenzte Einheiten sind, weil wir überall unseresgleichen sehen möchten?

3. *Das Zusammenwirken der Teile einer harmonischen Lebenseinheit.*

Wir haben tatsächlich keinen objektiven Grund, in dem Zusammenarbeiten der Teile eines Organismus etwas anderes zu sehen als etwa im Zusammenarbeiten *verschiedener* aneinander angepaßter Organismen. Wer aber gewohnt ist, vom subjektiven Standpunkt auszugehen, der wird sein Urteil nicht so rasch ändern, sondern im stillen denken, daß sich das Zusammenwirken der Teile eines Organismus bei näherem Zusehen wohl doch als etwas Besonderes herausstellen werde. Aber gerade bei näherem Zusehen finden wir das Gegenteil.

Wir kennen freilich bei den meisten Organismen die Art dieses Zusammenwirkens noch zu wenig, um daraus positive Schlüsse ziehen zu können — insbesondere bei den Tieren, die ein Nervensystem besitzen. In diesem liegen die wichtigsten Verkettungen, welche aus dem Tier eine handelnde Einheit machen, und es ist selbst ein ungeheuer komplizierter Organismus, dem man nur schwer auf den Grund gehen kann. Anders bei Organismen ohne eine solche Zentralisierung, so namentlich bei den Pflanzen. Hier liegen die Verhältnisse weit einfacher, und doch haben wir schon zweckmäßig handelnde Organismen vor uns. Wir haben also Aussicht, bei ihrer Betrachtung das Wesentliche der Organisation eines Lebewesens zu erkennen.

Was uns die Pflanzen als Lebenseinheiten besonderer Art, gewissermaßen als unseresgleichen erscheinen lassen könnte, das sind die Reizerscheinungen, vor allem die Bewegungserscheinungen, mit welchen die Pflanze auf äußere Reize reagiert. Daß ein Keimling sich nicht einfach in der Richtung entwickelt, in der er gerade in den Boden zu liegen kommt, sondern daß er, in verkehrte Lage gebracht, stets den Stengel nach oben, die Wurzel nach unten kehrt und daß er seine Zweige und Blätter so dreht und wendet, bis sie die richtige Lage zum Licht einnehmen, das macht auf uns den Eindruck einer einheitlichen Leitung. Es ist nun in den letzten beiden Jahrzehnten gelungen, diese Vorgänge bis zu einem gewissen Grade in ihre Teilvorgänge aufzulösen.

Schon lange ist bekannt, daß die meisten dieser Richtungsbewegungen durch ungleiches Wachstum der verschiedenen Flanken eines Organs zustande kommen.

So wirkt auf die meisten Stengel die Schwerkraft derart ein, daß in wagrechter oder geneigter Lage die nach unten gekehrte Seite rascher wächst als die obere. Aus rein mechanischen Gründen ergibt sich daraus eine Krümmung nach oben, die Erscheinung des „negativen Geotropismus". Den Anlaß für diese Krümmungsreaktion bildet also die Einwirkung der Schwerkraft, und als reizaufnehmende Organe — das wird heute kaum noch bestritten — dienen bestimmte Zellen, Statocysten, die in verschiedener Weise in der Nähe der Peripherie des Stengels angeordnet sind. Sie enthalten besonders große Stärkekörner, welche dem Zug der Schwere folgen und sich an der jeweiligen Unterseite der Zelle ansammeln. Es müssen also, wie man sich leicht klarmachen wird, in der unteren Längshälfte eines wagrecht liegenden Stengels die Stärkekörner sich vorwiegend den äußeren, der Peripherie des Stengels zu gelegenen Wänden der Statocysten anlagern und man hat triftige Gründe zu der Annahme, daß die Statocysten auf den Druck der Stärkekörner gegen ihre Außenwände, genauer gesagt, auf die hier anliegende Plasmawandschicht, anders reagieren als auf den Druck gegen andere, etwa die Innenwände, d. h. also, daß die Statocysten den Schwerereiz aufnehmen. Ein negativ geotropischer Stengel reagiert dann so, daß die Seite, wo die Stärkekörner den Außenwänden der Statocysten anliegen, rascher wächst als die gegenüberliegende. Diese Statocysten haben eine große Ähnlichkeit mit den Statocysten vieler Tiere. Während aber bei diesen die Umsetzung des Reizes in eine Richtungsbewegung durch das Nervensystem erfolgt, liegen die Verhältnisse bei den Pflanzen wesentlich einfacher.

Schon COPELAND beobachtete, daß eine Unterhälfte auch dann rascher wächst als die Oberhälfte, wenn sie von ihr vollständig getrennt wird, d. h. wenn man den Stengel der Länge nach schlitzt und die beiden Hälften in der Stellung von Ober- und Unterhälfte eines ganzen Organs, jedoch getrennt voneinander wagrecht befestigt. Dieser Versuch weist schon darauf hin, daß die einheitliche Reaktion des ganzen Stengels durch selbständige Reaktionen der beiden Hälften zustande kommt. Denn aus dem verschieden raschen Wachstum der Hälften folgt ja zwangsläufig die Krümmung des Ganzen.

Es gelang mir dann, noch etwas weiter zu kommen durch den Nachweis von Reizstoffen, die in der Unterhälfte auftreten, sich im Gewebe verbreiten und die Zellen, mit denen sie in Berührung kommen, zu rascherem Längenwachstum veranlassen. Diese Reizstoffe scheinen nun sehr geeignet, das Zustandekommen einer einheitlichen Reaktion zu vermitteln. In welchen Zellen sie sich bilden, ist zwar noch nicht nachgewiesen. Da aber der Reiz von den Statocysten aufgenommen wird, ist am nächstliegenden die Annahme, daß in ihnen auch die Reizstoffe erzeugt werden. Dann würde sich die ganze Reaktion des Stengels verhältnismäßig einfach in Teilvorgänge auflösen: die Statocysten reagieren da, wo die Stärkekörner ihrer Außenwand anliegen, mit Erzeugung von Reizstoffen, diese verbreiten sich in der Umgebung, also vorwiegend in der nach unten gekehrten Stengelhälfte; die davon betroffenen Zellen reagieren durch Wachstum und damit kommt die Aufrichtung des Stengels zustande. *Die einheitliche und scheinbar einheitlich geleitete Reaktion ist eine Folge der selbständigen Reaktionen der einzelnen Zellen.* Es ist möglich, daß die Zusammenhänge in Wirklichkeit noch etwas verwickelter sind. Aber soviel scheint nach den mitgeteilten Tatsachen klar: die Annahme, daß neben den Reaktionen der Teile noch eine einheitliche Leitung, ein Ganzheitsfaktor vorhanden wäre, wäre sehr gesucht und wird durch die Tatsachen in keiner Weise nahegelegt. Man wüßte nicht, was ein solcher Faktor dabei zu tun hätte. (Schluß folgt.)

Zuschriften.

Der Herausgeber bittet, 1. im Manuskript der *Zuschriften* oder in einem Begleitschreiben die Notwendigkeit einer raschen Veröffentlichung an dieser Stelle zu *begründen*, 2. die Mitteilungen auf einen Umfang von *höchstens* einer Druckspalte zu beschränken. Bei längeren Mitteilungen muß der Verfasser mit Ablehnung oder mit Veröffentlichung nach längerer Zeit rechnen.

Für die Zuschriften hält sich der Herausgeber nicht für verantwortlich.

Über den natürlichen Aktivator der katheptischen Enzyme.

Von den proteolytischen Enzymen der tierischen Organe und Gewebe bedürfen die katheptischen, Kathepsin und Carboxypolypeptidase, wie mitgeteilt wurde[1], zu ihrer Wirkung der Gegenwart besonderer Hilfsstoffe, z. B. von Blausäure oder Schwefelwasserstoff; an ihre Stelle tritt in den Geweben selbst ein Aktivator natürlicher Herkunft, Zookinase, welcher erst beim Absterben der Organe in diesen gebildet wird, in den frischen Geweben gewöhnlich fehlt. Von den katheptischen Enzymen läßt sich die Zookinase leicht durch Auswaschen der Gewebe mit verdünnten organischen Solvenzien, Alkohol oder Aceton, abtrennen; sie zeigt das Verhalten eines niedermolekularen Stoffes.

Die Reinigung der Zookinase aus Leber ist inzwischen bis zu reinen, krystallisierten Präparaten geführt worden. Es hat sich ergeben, daß der *katheptische Aktivator identisch ist mit Glutathion*, dem Tripeptid aus Glutaminsäure, Cystein und Glykokoll, also der reduzierten Form[1]. Dieser Befund, welcher den Beobachtungen von W. GRASSMANN[1] über die Akti-

[1] E. WALDSCHMIDT-LEITZ, J. J. BEK u. J. KAHN, Naturwiss. **17**, 85 (1928/29) — E. WALDSCHMIDT-LEITZ, A. SCHÄFFNER, J. J. BEK und E. BLUM, Hoppe-Seylers Z. **188**, 17 (1929/30).

[1] Vgl. dazu die Beobachtungen über die Aktivierung des Kathepsins durch Cystein und Glutathion von W.

vierung des Kathepsins durch Glutathion entspricht, ist gesichert durch die Isolierung der Zookinase in nahezu quantitativer Ausbeute in krystallisiertem Zustande und ihre Identifizierung mit Glutathion nach der elementaren Zusammensetzung sowie durch den quantitativen Vergleich der Leistungsfähigkeit des krystallisierten Präparates gegenüber Kathepsin oder Papain mit der des Glutathions aus Hefe[1]. Auch ist bemerkenswert, daß das Präparat seine aktivierenden Wirkungen unter dem Einfluß oxydierender Agenzien einbüßt, durch Reduktion dagegen wiedergewinnt.

Diese Feststellung, durch welche erstmals ein natürlicher, spezifischer proteolytischer Aktivator als solcher chemisch gekennzeichnet wird, ist für die Frage nach der Ursache der Autolyse in absterbenden Zellen, die auch in den bösartigen Geschwülsten[2] eine wichtige Rolle spielt, von besonderer Bedeutung. Denn die Unterbindung der Sauerstoffzufuhr in den absterbenden Geweben hat die Anhäufung von Glutathion in seiner reduzierten Form, eine Verschiebung des natürlichen Gleichgewichtes zwischen Disulfid- und Sulfhydrylform des Peptides zugunsten der letzteren zur Folge. Diese Anhäufung aber bedingt automatisch das Einsetzen der Proteolyse, mit der Aktivierung des Kathepsins.

Glutathion besitzt, wie es den Anschein hat, die Struktur eines (γ-)Glutaminyl-Cysteinyl-Glycins[3]. Diese Anordnung seiner Bausteine ist für seine Funktion als katheptischer Aktivator nicht ohne Bedeutung; denn sie bedingt eine besondere Beständigkeit des Peptides gegenüber Aminopolypeptidase, welche in reichlicher Menge in den Geweben angetroffen wird. Im Molekül des Glutathions zeigt nämlich nach E. C. KENDALL[4] der Glutaminsäurerest eine besonders ausgeprägte Neigung zum Übergang in Pyrrolidoncarbonsäure; für die Reaktion mit Aminopolypeptidase reicht die Affinität der freien NH_2-Gruppe in dem Peptide daher nicht mehr aus[5]. Auch durch Carboxypolypeptidase wird das reduzierte Glutathion, wie wir finden, nicht angegriffen, vielleicht infolge der Gegenwart des Glykokollrestes am Carboxylende des Peptides[6]. So verfügt die Zelle in dem Glutathion über einen beständigen und, wie wir finden, über einen besonders leistungsfähigen Aktivator der Proteolyse. Zur Beurteilung der Frage aber, ob die katheptische Aktivierung auf einer Reaktion des Aktivators mit dem Enzym selbst[7] oder aber ob sie auf einer Komplexbildung des Aktivators mit hemmendem Metall[8] beruhe, wird man zu bedenken haben, daß allein die reduzierte Form des Peptides aktivierende Eigenschaften besitzt.

Eine ausführliche Mitteilung unserer Versuchsergebnisse wird demnächst an anderer Stelle erfolgen.

Prag, Institut für Biochemie der Deutschen Technischen Hochschule, den 26. Mai 1930.

E. WALDSCHMIDT-LEITZ, A. PURR, A. K. BALLS.

Über den Reaktionsverlauf bei der Bildung von molekularem Wasserstoff aus den Atomen.

Vor kurzem [Phys. Z. **30**, 745 (1929)] haben wir eine Methode angegeben, die es erlaubt, den Reaktionsverlauf bei der Bildung molekularen Wasserstoffes quantitativ zu verfolgen. Das Wärmeleitvermögen eines Atom-Molekülgemisches ist durch den Dissoziationsgrad bestimmt; die Abnahme desselben durch Rekombination der Atome bewirkt also eine Abnahme des Wärmeleitvermögens, welche als Funktion der Zeit gemessen werden kann. Im weiteren Verlauf dieser Untersuchungen haben wir den quantitativen Zusammenhang zwischen Wärmeleitvermögen und Anzahl der Atome festlegen können und sind somit in der Lage, den Bildungsvorgang der Wasserstoffmoleküle zu untersuchen. Es hat sich hierbei ergeben, daß es unter den in der oben genannten Arbeit angegebenen Versuchsbedingungen möglich ist, Wandreaktionen auszuschließen und die Reaktion praktisch nur im Gasraum vor sich gehen zu lassen. Sind diese Versuchsbedingungen nicht vollkommen erfüllt, so tritt sofort die Wandreaktion in den Vordergrund und ergibt einen vorwiegend exponentiellen Abfall der Atomkonzentration. Wird aber die Wandreaktion unterdrückt, so zeigen die bei verschiedenen Drucken ausgeführten Messungen, daß die Raumreaktion durch *Dreierstöße* vor sich geht und zwar durch solche zwischen 3 Atomen und solche zwischen 2 Atomen und einem Molekül. Berechnungen des Wirkungsquerschnittes führen für die beiden Reaktionsarten zu verschiedenen Werten. Der Wirkungsquerschnitt für die Reaktion zwischen 2 Atomen und einem Molekül ergibt sich 1,3 mal so groß, der Wirkungsquerschnitt bei der Reaktion zwischen 3 Atomen etwa 20 mal so groß wie der gaskinetische.

Eine ausführliche Mitteilung über diese Untersuchungen erscheint in den Ann. Physik.

Breslau, Physikalisches Institut der Universität, den 30. Mai 1930.

H. SENFTLEBEN und O. RIECHEMEIER.

Spiralenbildung bei chemischen Niederschlägen.

Die spiraligen Risse beim Eintrocknen von Gelen, welche S. SCHIKORR [Naturwiss. **18**, 376 (1930)] beschrieb,

Silberchromat-Spirale.

GRASSMANN, H. DYCKERHOFF u. O. v. SCHOENEBECK, Hoppe-Seylers Z. **186**, 183 (1929/30).

[1] Für die Überlassung sind wir Herrn Dr. E. C. KENDALL, Rochester, Minn., USA., zu großem Danke verpflichtet.

[2] Vgl. dazu E. WALDSCHMIDT-LEITZ u. A. SCHÄFFNER, Naturwiss. **18**, 280 (1930).

[3] Zufolge E. C. KENDALL, H. L. MASON u. B. F. Mc KENZIE, J. Biol. Chem. **87**, 55 (1930); W. GRASSMANN, H. DYCKERHOFF u. H. EIBELER, Hoppe-Seylers Z. **189**, 112 (1930).

[4] a. a. O.

[5] Vgl. die Beschreibung eines ähnlichen Falles durch E. WALDSCHMIDT-LEITZ nach Versuchen von A. K. BALLS, Z. angew. Chem. **43**, 377, und zwar S. 379 (1930).

[6] Vgl. die Beobachtungen über die Spaltbarkeit der Disulfidform des Glutathions von W. GRASSMANN, H. DYCKERHOFF u. H. EIBELER, a. a. O.

[7] Vgl. dazu R. WILLSTÄTTER u. W. GRASSMANN, Z. angew. Chem. **138**, 184 (1924).

[8] Siehe dazu H. A. KREBS, Biochem. Z. **220**, 289 (1930).

sind nur eine Abart der konzentrischen Ringe, welche so häufig beim Eintrocknen, der rhythmischen Krystallisation und bei der Niederschlagsbildung in Gallerten entstehen. Die Abbildung zeigt in halber Größe einen Silberchromatniederschlag in Gelatine, der Spiralenform angenommen hat. V. ROTHMUND bildete einmal ein angeblich gut gelungenes Ringpräparat aus Silberchromat ab. In Wirklichkeit war es ein System von sieben nebeneinanderlaufenden Spiralen. Da die zahlreichen Theorien, welche zur Deutung der Ringbildung vorgetragen worden sind, noch nicht unter einen Hut zu bringen sind, kann über die Entstehung ihrer Abarten noch nichts Sicheres gesagt werden. P. BARY [C. r. Soc. Biol. Paris **186**, 1539 (1928) und **187**, 538 (1928)] hatte beim Eintrocknen von Eisenhydroxyd-Gel die Ringform bekommen.

Frankfurt a. M., den 3. Juni 1930.

R. ED. LIESEGANG.

Besprechungen.

EUCKEN, ARNOLD, **Lehrbuch der chemischen Physik**, zugleich 3. Auflage des Grundrisses der physikalischen Chemie. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. 1930. 1037 S. und 250 Figuren. Preis geh. RM 54.—, geb. RM 56.—.

Als dieses Buch 1922 in 1. Auflage unter dem Titel Grundriß der physikalischen Chemie erschien, wurde es von E. BAUR in dieser Z. **10**, 1083 (1922) sofort als eines derjenigen Lehrbücher charakterisiert, die einen „Markstein in der Geschichte einer Wissenschaft" bedeuten. Das wesentlich Neue des so begrüßten Buches bestand in folgendem: EUCKEN zerlegte den gesamten Wissensstoff in zwei Hauptteile, in die er alle Teilgebiete der physikalischen Chemie systematisch einzugliedern verstand:

1. Die chemisch-physikalischen Erscheinungen vom Standpunkte der Wärmelehre,

2. Der Aufbau der Materie.

Im ersten Hauptteil stellte er den Wissensschatz der „klassischen" physikalischen Chemie, d. h. im wesentlichen den Einfluß der „natürlichen" Bedingungen Druck, Temperatur, daneben auch einiger „künstlicher" Bedingungen, auf die Stoffeigenschaften in einer neuen, überaus klaren und zwingenden Stoffgliederung abschnittsweise so dar, daß in jedem Kapitel nacheinander a) empirische Grundlagen, b) thermodynamische Beziehungen, c) kinetische Theorie, d) Anwendungen, besprochen wurden. Elektrochemie, Kolloidchemie u. a. wurden dabei zwanglos eingeordnet.

Im zweiten Hauptteil unternahm es EUCKEN sodann, die zahlreichen fundamentalen Erkenntnisfortschritte über den Aufbau der Materie, die die Chemie im wesentlichen den Physikern der letzten Jahrzehnte verdankte, trotz großer Verschiedenartigkeit des Materials geschlossen darzustellen und hierbei Radioaktivität, Photochemie, Spektralanalyse und andere Gebiete logisch einzuordnen.

Die nunmehr erschienene 3. *Auflage* des EUCKENschen Buches [die 2. Auflage hatte nur kleinere Veränderungen gebracht; vgl. die Besprechung von R. LORENZ in dieser Z. **13**, 342 (1925)] trägt den geänderten Titel *„Lehrbuch der Chemischen Physik"* und ist im Umfange verdoppelt worden. Die Veränderung des Titels ist nicht so wichtig, wie es im ersten Augenblick scheinen möchte; sie trägt nur der bekannten Tatsache Rechnung, daß das Schwergewicht der „physikalischen Chemie" unserer Zeit sich immer weiter nach der Seite der Physik verschiebt oder mit EUCKENS Worten, daß „Chemie und ein großer Teil der Physik letzten Endes auf ein gemeinsames Hauptziel hinarbeiten: die Erforschung der überall ineinandergreifenden Gesamteigenschaften der Materie und ihre Beherrschung durch exakte Gesetze". Die Verdoppelung des Umfanges dagegen ist der sichtbare Ausdruck für einen Ausbau der ersten Auflage, der fast einer *Neuschöpfung* unter Beibehaltung der bewährten Grundanlage des Werkes gleichkommt. Aus dem „Grundriß", der sich bescheiden an Studierende der Chemie und verwandter Fächer wandte, ist ein *großes Lehrbuch*, ein Führer für Lehrer wie Schüler, für Chemiker, Physikochemiker, Physiker, Mediziner und alle entstanden, die mit physikalischer Chemie bzw. chemischer Physik zu tun haben, ein Führer, dem man sich mit vollem Vertrauen hingeben kann. Bei der Lektüre des Buches freut man sich immer wieder über die Schärfe der Stoffeinteilung, über die Klarheit der Darstellung, die Exaktheit aller Ableitungen und Schlußfolgerungen; immer wird das Wesentliche herausgehoben, während verwirrende Einzeltatsachen großzügig beiseite gelassen werden. Die Absicht des Verfassers, das Buch durch breitere Schreibweise und Einfügung zahlreicher Figuren und Diagramme anschaulicher und leichter lesbar zu machen, ist so gut gelungen, daß in manchen Fällen die Lektüre von zwei Seiten dieser Auflage nicht mehr Zeit in Anspruch nimmt, als die Lektüre einer Seite in der sehr konzentriert geschriebenen 1. Auflage.

Hervorzuheben ist noch die Einfügung bzw. breitere Ausarbeitung der Abschnitte über Lösungen und Mischungen, über starke Elektrolyte, über Reaktionsgeschwindigkeit u. a. im 1. Hauptteil, besonders aber die gründliche Art, mit der im 2. Teil der „Aufbau der Materie" auf den heutigen Stand des Wissens gebracht worden ist. Der gesamte Stoff ist hier in die drei Abschnitte *Atome, Molekeln, Krystalle* übersichtlich gegliedert. All die neuen empirischen Tatsachen, die wir namentlich der Spektroskopie, sowie den Forschungen über die Polarisation der Moleküle und über die Struktur der Krystalle verdanken, sind relativ ausführlich dargestellt. Sie werden benutzt, um die Hauptzüge der Theorie des periodischen Systems der Elemente, um unsere Vorstellungen über den genaueren Bau der Atome, Moleküle und Krystalle und um unsere Anschauungen über das Wesen der chemischen Kräfte und der chemischen Bindung bei den verschiedenen Stoffklassen zu begründen. Hierbei versucht der Verfasser (wie übrigens auch bei der Darstellung der kinetischen Theorie im 1. Hauptteil) in dankenswerter Weise die Darstellung dadurch so einfach wie möglich zu halten, daß er zunächst versucht, bei der Erklärung der Tatsachen mit den Gesetzen der klassischen Physik auszukommen, erst wenn dies nicht möglich ist, die ältere Energiequantenhypothese heranzuziehen und nur, wo auch diese versagt, die neue Wellenmechanik, der ein sehr interessantes Kapitel gewidmet wird, anzuwenden.

Daß es dem Verfasser gelungen ist, wirklich alles „aus einem Guß" zu gestalten, scheint daraus hervorzugehen, daß der Spezialist selbst dort, wo er ihn besonders angehende Kapitel selber anders dargestellt hätte, doch der EUCKENschen Darstellung um der Einheitlichkeit des ganzen willen innerlich zustimmen muß.

Zu wünschen bliebe, — was dem Verfasser selber bekannt ist, — daß in der nächsten Auflage mehr Originalliteratur, namentlich auch ausländische, zitiert

würde, wodurch der Charakter des Buches als Lehrbuch keineswegs gestört zu werden braucht, da ja Fußnoten genügen. Wünschenswert wäre ferner eine noch reichere Ausgestaltung des Registers. H. G. GRIMM, Oppau.

HOUBEN, J., **Die Methoden der organischen Chemie.** Ein Handbuch für die Arbeiten im Laboratorium. 3., völlig neugearbeitete und erweiterte Auflage. Leipzig: Georg Thieme 1925 und 1930. Zweiter Band: XVII, 1431 S., 53 Abb., 2 Taf. und 1 Kurve. Preis geh. RM 75.—, geb. RM 84.—. — Dritter Band: XXXVIII, 1451 S., 41 Abb. Preis geh. RM 166.—, geb. RM 176.—. 17×26 cm.

Beide Bände der Neuauflage haben einen Zuwachs von je etwa 300 Seiten erfahren. Das Kapitel über Polymerisation und Depolymerisation ist in dieser Auflage wieder aus dem dritten in den zweiten Band verlegt. Er enthält außerdem Abschnitte über Oxydation und Reduktion, Katalyse, Verestern und Verseifen, Kondensation, doppelte und dreifache Bindung, Darstellung und Anwendung der wichtigsten Enzyme, Zerlegung optisch inaktiver Körper in ihre aktiven Komponenten, Racemisierung optisch aktiver Körper und WALDENsche Umkehrung, Elektrochemische und Elektroosmotische Methoden, Reaktionen unter hohem Druck, Photochemische Methoden. Im dritten Band ist neu aufgenommen das Kapitel „Anthocyane". Neue Bearbeiter haben gefunden die Abschnitte „Die Hydroxylgruppe" in G. HAHN, Frankfurt, und „Die Gerbstoffe" in J. DEKKER, ten Haag. Der Band enthält ferner Kapitel über die Alkoxyl- und Oxydogruppe, Kohlehydrate, Superoxyde, Ozonide, Oxoniumverbindungen, Aldehyd- und Ketongruppe, Lactone, Chinone, Carboxylgruppe, Halogen- und Schwefelverbindungen.

Der kürzlich herausgekommene dritte Band ist wie die früheren als durchaus erfreuliche Neuerscheinung zu registrieren. Ein sehr umfangreiches und vielseitiges Material ist mit großer Gründlichkeit und Sachkenntnis bearbeitet. Zahlreiche Hinweise auf Originalarbeiten und wörtlich wiedergegebene Originalvorschriften erleichtern die Benutzung. So wird der jetzt fertiggestellte HOUBEN allen, die sich mit organischer Chemie experimentell zu beschäftigen haben, der treue unentbehrliche Ratgeber sein.

M. BERGMANN, Dresden.

MICHAELIS, LEONOR, **Oxydations-Reductions-Potentiale mit besonderer Berücksichtigung ihrer physiologischen Bedeutung.** Zweiter Teil der „Wasserstoffionenkonzentration". (Monographien aus dem Gesamtgebiet der Physiologie der Pflanzen und Tiere; 17. Bd.) Berlin: Julius Springer 1929. X, 171 S. und 16 Abbildungen. 14 × 22 cm. Preis geh. RM 12.80, geb. RM 14.40.

Die Quelle des pflanzlichen und tierischen Lebens ist die photochemische Reduktion des Kohlendioxyds durch die grünen Pflanzen. Die in den Folgeprodukten dieser Reduktion aufgespeicherte freie chemische Energie dient ihrerseits wieder dazu, den Energiebedarf der Lebewesen zu liefern, und die damit verbundenen chemischen Reaktionen sind Oxydationsprozesse, die in den Zellen vor sich gehen. Es ist also von größter Wichtigkeit für die Physiologie, den Mechanismus dieser Oxydationen und Reduktionen zu erforschen. Wenn es sich um reversible Vorgänge handelt, so ist die Messung des Potentialsprungs zwischen einer unangreifbaren Elektrode und einer Lösung, die die oxidierte und die reduzierte Stufe enthält, ein brauchbares Hilfsmittel zur Bestimmung der freien Energie der Reaktion. Im ersten Teil des Buches werden die theoretischen Grundlagen dieser Oxydations-Reduktionspotentiale besprochen, insbesondere wird der Einfluß der Wasserstoffionenkonzentration, die ja für die biologischen Vorgänge von ausschlaggebender Bedeutung ist, untersucht. Die physikalisch-chemische Seite der Vorgänge kann zwar auch bei den verwickeltsten Systemen noch einigermaßen übersehen werden, aber es wäre vielleicht doch nicht nötig, alle Einzelheiten so ausführlich und umständlich zu behandeln. Denn der zweite Teil des Buches, der die physiologischen Anwendungen enthält, zeigt deutlich, daß man noch sehr weit davon entfernt ist, die diesbezüglichen physikalisch-chemischen Kenntnisse in der Physiologie nutzbringend anwenden zu können. Auch die experimentelle Methodik reicht in den meisten Fällen noch nicht aus, um eindeutige Versuchsergebnisse zu liefern. Die physiologischen Probleme, die im zweiten Teil besprochen werden, sind also im wesentlichen noch zu lösen, sie sind aber interessant genug, um das Buch lesenswert erscheinen zu lassen.

I. ESTERMANN, Hamburg.

BLÜH, OTTO, und NANDOR STARK, **Die Adsorption.** Sammlung Vieweg Heft 93. Braunschweig: Friedr. Vieweg & Sohn Akt.-Ges. 1929. 136 S. und 30 Abbildungen. 14×22 cm. Preis geh. RM 7.75.

Wie aus dem 15 Seiten umfassenden Literaturverzeichnis hervorgeht, ist das Gebiet der Adsorption außerordentlich viel bearbeitet worden. Dabei wurde in dem vorliegenden Büchlein nur eine Auswahl aus den Originalarbeiten verwendet. Es ist schon wegen der großen Zahl von Arbeiten recht nützlich, aber auch recht schwer, einen Überblick über das Gebiet der Adsorption zu geben. Weiter erschwert wird die Aufgabe dadurch, daß in vielen Fällen die Ergebnisse der verschiedenen Forscher nicht unter einem Gesichtspunkt zusammenzufassen sind. Die Verff. haben sich in der kurzen Monographie im wesentlichen darauf beschränkt, die verschiedenen „Theorien" der Gasadsorption — eigentlich sind es nur theoretische Ansätze, gar keine durchgearbeiteten Theorien — und die Ergebnisse der Experimente kurz zu referieren; die experimentellen Methoden und die technischen Anwendungen werden nur sehr kurz gestreift. Das zweite Kapitel behandelt die Adsorption von gelösten Stoffen an festen Körpern. Da die dieses Gebiet berührenden Erscheinungen an anderen Stellen, z. B. bei FREUNDLICH, Kapillarchemie, oder ZSIGMONDY, Kolloidchemie I eingehend behandelt worden sind, haben sich die Verff. hier sehr kurz gefaßt und geben in diesem Teile eigentlich nur Hinweise auf die Originalliteratur, teilweise mit kurzen Inhaltsangaben. Das Schlußkapitel enthält die sehr interessanten Anwendungen der Thermodynamik auf die Adsorptionsvorgänge und ihren Zusammenhang mit der Oberflächenspannung.

I. ESTERMANN, Hamburg.

HEILBRUNN, L. V., **The colloid chemistry of protoplasm.** (Protoplasma-Monographien Bd. 1.) Berlin: Gebr. Borntraeger 1928. VIII, 356 S. 14×22 cm. Preis geb. RM 21.—.

Die Protoplasmaforschung, in der sich seit einigen Jahrzehnten ein Umschwung in Methodik und Zielsetzung geltend macht, hat sich vor einigen Jahren das internationale Organ „*Protoplasma*" zur gegenseitigen Anregung der beteiligten biologischen und medizinischen Disziplinen geschaffen, und der erfreuliche Aufschwung des Unternehmens hat wie bei anderen lebhaft sich entfaltenden Zweigen der Wissenschaft das Bedürfnis nach einheitlich zusammenfassender Orientierung rege werden lassen. Der Erfüllung dieses Zieles sollen monographische Bearbeitungen alter und neuer Befunde nach leitenden Gesichtspunkten dienen, als deren erste der vorliegende Band schon vor längerer Zeit erschienen ist.

Nach einer über drei Kapitel sich erstreckenden *Einführung*, die mit Andeutungen über das Wesen des kolloiden Zustandes und Erscheinungswechsels beginnt und auch die Morphologie und die Chemie des Protoplasmas diskutiert, versucht Verf. in diesem Bande ein möglichst abgerundetes Bild von dem kolloidchemischen Aufbau des Protoplasmas und von seiner Auswirkung bei den physiologischen Erscheinungen der Zelle zu geben. In solcher Weise werden z. B. *Vorgänge*, die sich bei Veränderung der Temperatur, der elektrischen Ladung und anderer physikalischer Eingriffe (mechanischer, optischer sowie Wirkungen von RÖNTGEN- und Ra-Strahlungen), bei der Einwirkung von Salzen, Säuren und Alkalien oder beim Lösen der Lipoide ergeben, verständlich gemacht. In anderen Kapiteln werden gewisse *„Indicatoren"* für den Kolloidzustand des plasmatischen Systems behandelt, so hauptsächlich die Viscosität und Elastizität, die Oberflächenspannung u. a. Ferner kommen manche Vorgänge im *physiologischen Verhalten* des Protoplasmas unter eigenen Gesichtspunkten zur Erörterung, wie die Zellteilung und die „Zellaktivität", und ein weiteres Kapitel überblickt kurz die gebräuchlichsten *Untersuchungsmethoden*. Deren Klassifikation in optische, Viscositäts- und elektrische Bestimmungen erkennt Verf. schon selbst als logisch unbefriedigend. Überhaupt hat Verf., wie aus unseren Angaben ersichtlich, bei der Ordnung des Stoffes in 16 Kapitel nicht logische *Einteilungsgründe* verwendet, sondern er gruppiert im allgemeinen nach auffallenden Experimentalbefunden. Es bedarf kaum der Besprechung, daß eine solche, vielleicht aus dem Stande unseres Wissens über das Gesamtgebiet entschuldbare Stoffanordnung nur eine vorläufige Gliederung bilden kann, die höchstens für den vorliegenden Band, der in das ganze von den „Protoplasma-Monographien" gepflegte Gebiet einführen soll, berechtigt ist. Die Breite des Raumes, der allen mit dem Viscositätswechsel in Beziehung stehenden Fragen gewidmet wird, ist nicht nur der besonderen Bedeutung zuzuschreiben, die diesem Indicator für den Kolloidzustand nach heutiger Auffassung zukommen dürfte, sondern auch aus dem reichen Forschungsanteil des Verf. gerade auf diesem Gebiete zu erklären. Bei der Vielheit der im einzelnen behandelten Gegenstände ist nicht verwunderlich, daß im ganzen (besonders nach dem chemischen und jedem anderen Grenzgebiete hin) nur eine beschränkte Auswahl der Literatur herangezogen worden ist, wenngleich das Schriftenverzeichnis immer noch über 40 Seiten umfaßt. — Daneben gibt das Buch für die an der physikalischen Chemie des Protoplasmas interessierten biologischen und medizinischen Disziplinen noch zahlreiche *Anregungen zur Untersuchung strittiger Fragen*, die auf dem noch jungen Forschungsgebiete naturgemäß nicht selten sind. So vertritt Verf. die Anschauung, daß die koagulationsfördernden Einflüsse durchgängig die Funktionstüchtigkeit des Protoplasmas steigern, und diese sicher nicht von *allen* Seiten zugegebene Auffassung, die aus seinen Viscositätsuntersuchungen abgeleitet wird, überträgt er auch auf solche Fälle, in denen derartige Messungen noch nicht vorliegen. Dagegen möchte Ref. auch an dieser Stelle dafür eintreten, daß nach seiner (und anderer) Ansicht das Optimum der Lebenserscheinungen der Protoplasten zwar wohl der zunehmenden Dispersion und Hydratation der Kolloide entgegenläuft, andererseits aber auch durch Annäherung an den grobdispersen Bereich oder hinsichtlich des Ladungszustandes mit der Näherung an den isoelektrischen Punkt der Ampholyte abnimmt, d. h. optimale Zelltätigkeit dürfte dem Gebiete mäßiger Hydratation zuzuerkennen sein. Erst spätere Forschungen werden aber hierüber eine Entscheidung herbeiführen können.

HANS PFEIFFER, Bremen.

HAISSINSKY, M., **L'atomistica moderna et la Chimica.** Milano: Ulrico Hoepli 1930. XV, 314 S. und 22 Abb. 16×24 cm.

Das Buch, zu dem PARRAVANO eine Einführung verfaßt hat, gibt in 12 Kapiteln einen Überblick über diejenigen neueren Anschauungen der Physik, die für den Chemiker von Interesse sind: Moleküle, Atome, Elektronen — Thermodynamik und Quanten — Bohrsches Atommodell — Elektronentheorie der Valenz — Gitterenergie und Anwendungen — Ionenradien — Deformation der Elektronenhülle — Photochemie — Chemische Kinetik und Katalyse — Quantenmechanik und Fermi-Statistik. (Jedem dieser Kapitel ist eine kurze Literaturübersicht beigefügt.) Das Werk wird gewiß (wie die rasch vergriffene Fisica moderna von CASTELFRANCHI) in italienischen Fachkreisen die wohlverdiente gute Aufnahme finden, da der Verfasser in knapper Form die wesentlichen Züge der genannten Stoffe vorbringt; in der einschlägigen deutschen Literatur sind jedoch bereits vielfach ähnliche Sammeldarstellungen erschienen.

J. EGGERT, Leipzig.

HAY, A., **Handbuch der wissenschaftlichen und angewandten Photographie.** Bd. 4. Erzeugung und Prüfung lichtempfindlicher Schichten, Lichtquellen. Bearbeitet von M. ANDRESEN, F. FORMSTECHER, W. HEYNE, R. JAHR, H. LUX, A. TRUMM. Wien: Julius Springer 1930. VII, 344 S. und 126 Abb. 17×25 cm. Preis geh. RM 36.—, geb. RM 39.—.

„Die künstlichen Lichtquellen in der Photographie" behandelt H. LUX. Nach einer theoretischen Einleitung, die die Strahlungsgesetze, die Begriffe: schwarze und Farbtemperatur sowie den Einfluß der spektralen Empfindlichkeit des Auges auf die Lichtausbeute bringt, wird die Frage der „Aktinität" der Lichtquellen, d. i. der Grad ihrer photochemischen Wirksamkeit für die belichtete Substanz, besprochen; da die Messung dieser Größe noch nicht nach einheitlichen Gesichtspunkten geschieht (die Begriffsbildung auf diesem Gebiet wird von den verschiedenen Autoren noch sehr individuell gehandhabt), wäre eine noch mehr Kritik und Zusammenfassung übende Darstellung wünschenswert gewesen, obwohl anzuerkennen bleibt, daß LUX eine wertvolle Menge praktischen Materials in seinem Beitrag zusammengetragen hat.

M. ANDRESEN behandelt: „Das Magnesium als künstliche Lichtquelle in der Photographie", also einen besonders wichtigen Spezialfall des ersten Abschnittes. War dieser mehr vom Standpunkte des technischen Beleuchtungsphysikers verfaßt, so kommt hier ein Chemiker zur Sprache, dem die Photographie bedeutsame Förderung verdankt. Systematisch werden die verschiedenen Verwendungsarten des Magnesiums als Band- und Blitzlicht, die mannigfaltigen Rezepturen desselben mit ihren chemischen und physikalischen Eigenschaften berichtet, wobei auch besonders die Verwendung in der Praxis berücksichtigt wird.

Das Kapitel „Die Sensitometrie" bearbeitet F. FORMSTECHER. Dieser mehr als ein Drittel des Bandes einnehmende wichtige Abschnitt, ist der Prüfung der photographischen Schichten hinsichtlich aller ihrer charakteristischen Eigenschaften, wie: Empfindlichkeit, Gradation, Körnigkeit, Farbwiedergabe usw. gewidmet. FORMSTECHER hat als namhafter Fachmann auf diesem Gebiet mit diesem Beitrage eine sehr wertvolle Sammlung der bestehenden Literatur geschaffen; wir vermissen jedoch mitunter eine klarere Gliederung des

Stoffes nach einheitlichen Gesichtspunkten, die unter der Fülle des vorgetragenen Materials bisweilen zurücktreten und zweitens kommen infolge der Hervorhebung einzelner Teilfragen (z. B. Sensitometrie photographischer Papiere) andere wichtige Anwendungsgebiete wie: spektrale Sensitometrie, Prüfung von Farbenplatten, Sensitometrie mit Röntgenstrahlen u. a. zu kurz.

Das letzte Drittel des Bandes ist der Beschreibung der Fabrikation photographischer Materialien gewidmet: „Die Fabrikation photographischer Trockenplatten" von R. JAHR, „Die Filmfabrikation" von W. HEYNE, „Die Herstellung photographischer Papiere" von A. TRUMM. Es liegt in der Natur der Sache, daß der Leser aus diesen Berichten nur einen ungefähren Überblick über das Gebiet erhalten kann, weil wichtige Einzelheiten der Fabrikation, die sich überdies in stetiger Fortentwicklung befindet, nicht näher bekannt werden. Immerhin sind die Unterschiede in den Fabrikationen gut herausgearbeitet, illustriert durch eine reiche Anzahl gut reproduzierter Abbildungen. Besonders ist an dem Artikel von JAHR, dem bekannten, hochverdienten Fachmann, hervorzuheben, daß der Leser hier aus einer großen Anzahl von Rezepten in didaktisch sehr glücklicher Form erfährt, wie die Eigenschaften einer Emulsion von den verschiedenen Herstellungsbedingungen abhängen.

Im ganzen reiht sich somit der neue Band des HAYSchen Handbuches angemessen seinen Vorgängern an, wobei noch besonders anerkannt werden muß, daß sich Herausgeber und Verlag pünktlich an die angekündigten Erscheinungszeiten des ganzen Werkes halten. J. EGGERT, Leipzig.

STENGER, E., **Geschichte der Photographie.** Deutsches Museum, Abhandlungen und Berichte. 1. Jahrgang, Heft 6. Berlin: VDI-Verlag 1929.

Ein Jahrhundert war nötig, um die erste bewußte Beobachtung der Lichtempfindlichkeit der Silbersalze (F. H. SCHULZE 1727) zur Herstellung von Lichtbildern auszuwerten (NIÉPCE, DAGUERRE 1829). Das folgende Jahrhundert hat mit steigend beschleunigter Entwicklung den Ausbau der photographischen Verfahren für die verschiedenen wissenschaftlichen und künstlerischen Verwendungszweige gebracht.

In dem vorliegenden, zu jenem doppelten Jubiläum erschienenen Bändchen, das durch interessante Stücke aus dem Münchner Museum sowie aus der Sammlung des Verfassers illustriert ist, werden wir in knapper, fesselnder und doch recht vollständiger Darstellung über die Frühentwicklung der Photographie und ihrer Anwendungsgebiete unterrichtet. J. EGGERT, Leipzig.

WELTZIEN, WILHELM, **Chemische und physikalische Technologie der Kunstseiden.** Unter Mitarbeit von KURT GÖTZE. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft 1930. XIX, 521 S., 261 Abb., 44 Tabellen und 8 Tafeln. 17×25 cm. Preis geh. RM 42.—, geb. RM 45.—.

Über Kunstseide liegt bereits ein recht umfassendes Schrifttum in Büchern und Abhandlungen vor. Die meisten der Zusammenfassungen beziehen sich auf das Technologische der Kunstseidenerzeugung. Es hat aber bislang ein Werk gefehlt, welches neben technologischen Darlegungen wissenschaftlich-chemische und physikalische Ausführungen über die Kunstseide enthält. Diese von allen mit der Industrie der Kunstseide in Berührung Stehenden stark empfundene Lücke ist durch das Weltziensche Buch in glücklicher Weise ausgefüllt worden.

Die an sehr verschiedenen Stellen des Schrifttums niedergelegten, oft schwer zugänglichen Untersuchungen über das Grundsätzliche der Herstellung von Kunstseide, deren Eigenschaften und Verarbeitung, sind in einer lückenlosen Weise in dem vorliegenden Buch vereinigt und in vortrefflichster Art unter wissenschaftlichem Gesichtspunkt dargestellt. Es gibt wenige Bücher auf dem Gebiete kolloidchemischer Industrien, welche wie das WELTZIENsche Kunstseide-Werk wissenschaftliche Ausführungen mit praktischen Hinweisen vereinigen.

Im ersten Abschnitt werden die Eigenschaften der natürlichen und künstlichen Fasern eingehend vom morphologischen, chemischen, physikalischen und kolloidchemischen Standpunkt aus beleuchtet. Im zweiten Abschnitt wird die Herstellung der Kunstseiden dargelegt, im dritten über die Bearbeitung und Veredlung der Kunstseiden, insbesondere über mechanische Verarbeitung, die Bleicherei, Färberei und Druckerei der Kunstfasern berichtet und im Schlußabschnitt das Präparieren, Schlichten und Appretieren von Kunstseiden dargelegt.

Die Bedeutung des Buches geht weit über das spezielle Gebiet der Kunstfasern hinaus. Jeder Fachgenosse, welcher sich mit kolloidchemischen Prozessen wissenschaftlich oder technisch zu beschäftigen hat, wird das WELTZIENsche Buch als eine wertvolle Fundgrube benützen. Es ist in jeder Hinsicht auf das beste zu empfehlen. E. BERL, Darmstadt.

BURSTIN, HUGO, **Untersuchungsmethoden der Erdölindustrie.** (Erdöl, Benzin, Paraffin, Schmieröl, Asphalt usw.) Berlin: Julius Springer 1930. XII, 300 S und 86 Abbild. 14×21 cm. Preis geb. RM 22.—.

Der Verfasser begründet die Herausgabe dieses Buches mit dem Bestreben, dem praktischen Laboratoriumschemiker ein Werk, das sich ausschließlich mit der Untersuchung des Erdöles und dessen Nebenprodukten beschäftigt, an die Hand zu geben, und das mehr die ausländischen, vor allem die amerikanischen und englischen Untersuchungsmethoden berücksichtigt. Speziell letztere Absicht ist außerordentlich begrüßenswert, Ref., der ja seit Jahrzehnten für die Vereinheitlichung der Untersuchungsmethoden in der Erdölindustrie gekämpft hat, ist sich wohl dessen bewußt, daß es absolut einheitliche Lieferungsvorschriften nicht geben kann, weil die lokalen Verhältnisse naturgemäß recht verschieden sind, so daß sich aus den verschiedenen Lieferungsvorschreibungen ad hoc verschiedene Untersuchungsmethoden für ein und denselben Fall ergeben, aber nichtsdestoweniger ist eine Normalisierung jeder dieser Methoden, soweit durchführbar, überaus wünschenswert.

Wenn Verfasser im Vorwort sagt, daß die Untersuchung der Erdöle selbst weder in der europäischen, noch in der amerikanischen Literatur eingehend beschrieben sei, so sei es ergänzend gestattet, auf die mehr als 30 Jahre zurückliegenden Veröffentlichungen des Ref. zu verweisen, welche sich mit der *Wertbestimmung der Erdölprodukte durch die fraktionierende Destillation* befaßten (Chemische Revue **1897**, 64ff.), und auf die Diskussion, die sich an diese Ausführungen geknüpft hat. Alle diese älteren Arbeiten, die aus einer Zeit, wo Ref. gemeinsam mit Professor ZALOZIECKI, Dr. AISINMAN und Dr. KLIMONT einen *Aufruf* zur Vereinheitlichung der Untersuchungsmethoden veröffentlichte (Chemische Revue **1896**, 281), nachdem schon vorher oder gleichzeitig Dr. WISCHIN, KISSLING, CHARITSCHKOFF u. a. dieses Thema erörtert hatten, haben diese Frage zum Gegenstand des Studiums genommen. Unter „benützte Literatur", S. 289, erwähnt Verfasser leider die Chemische Revue nicht; es dürften daher obige Arbeiten seiner Aufmerksamkeit entgangen sein

Was den Inhalt anlangt, so befaßt sich der 1. Teil mit der allgemeinen physikalischen und chemischen, der 2. Teil mit den besonderen, Erdöl und dessen Produkte betreffenden Untersuchungen, wobei eben auf die *amerikanischen* und *englischen* Methoden, auf die Lieferungsvorschreibungen in diesen Ländern wie schon erwähnt, *besondere* Rücksicht genommen ist, was den speziellen Wert des Buches ausmacht.

Ausstattung und Druck sind mustergültig.

LEOPOLD SINGER, Wien.

STRECKER, W., **Einführung in die anorganische Chemie.** (Sammlung „Verständliche Wissenschaft", Bd. VIII.) Berlin: Julius Springer 1929. VI, 210 S. und 14 Abbildungen. 12×19 cm. Preis geb. RM 4.80.

Die Kunst, gemeinverständlich zu schreiben, besteht darin, die Kenntnisse des Durchschnittslesers richtig einzuschätzen. Zahlreiche volkstümliche Schriften kranken daran, daß die Grundlagen zu breit behandelt werden, weil das Wissen der Leser unterschätzt ist. Das eigentliche Thema pflegt dann zu kurz und zu schwierig zu geraten, häufig aus Mangel an Raum, häufig weil auch die Aufnahmefähigkeit des Lesers nicht richtig beurteilt wird.

Von diesen verbreiteten Fehlern ist W. STRECKERS Schrift frei; sie setzt einige naturwissenschaftliche, insbesondere physikalische Kenntnisse voraus, lehrt die Chemie aber von Grund auf und vermittelt einen gar nicht geringen Wissensstoff auf experimenteller Grundlage. Von den 201 Seiten des Textes nehmen die Metalloide, an denen die chemischen Grundbegriffe und Gesetze entwickelt werden, etwa 120, die Metalle etwa 70 Seiten ein; der Rest entfällt auf die Einführung. Daß die mitgeteilten Tatsachen — bis auf einige Kleinigkeiten — einwandfrei sind, bedarf kaum der Betonung, da ja nur elementare Dinge geboten werden. Die Auswahl des Stoffes ist mit Verständnis getroffen, indem sie sowohl auf Dinge des täglichen Lebens wie auf die wichtigsten Zweige der chemischen Technologie einschließlich Metallurgie Rücksicht nimmt. Da der Fachmann in Fragen der „Verständlichkeit" nicht unbefangen genug ist, habe ich einen Laien mit geringen chemischen Kenntnissen um sein Urteil gebeten; es lautet dahin, daß das Werk bis auf einige nicht alltägliche Ausdrücke und die angeführten griechischen Worte gut verständlich ist und viel Anregung bietet.

I. KOPPEL, Berlin.

Mitteilungen aus verschiedenen biologischen Gebieten.

Funktion und Form bei Deckelkorallen. In der Systematik heißt es vom 2. Unterstamm der Coelenterata („Pflanzentiere"): sie besitzen einen *radial symmetrischen* Körper . . . , und von deren 1. Klasse, den Anthozoa („Korallentiere"): meist festsitzende Einzelformen oder zu Kolonien vereinigte zylindrische Nesseltiere. Daß freilich Muskeln aller Korallen bilateral symmetrisch bilateral symmetrisch angelegten Septen zugeordnet sind, durchbricht die Radiärsymmetrie, vorwiegend aber nur im Innern des Körpers. Sehr auffallend bleiben Skelette wie die der Tetrakoralle *Calceola sandalina* LINNÉ, die in mitteldevonischen Schichten des Altertums der Erdgeschichte sehr häufig auftritt. Wie der Name andeutet, hat *Calceola* die Form eines Pantoffels: Ihr Kelch hat eine platte und eine gewölbte Seite, diese stoßen an symmetrischen Seitenrändern scharfkantig aufeinander, und ein ganz absonderlicher flacher Deckel ist über der Öffnung dieses Schuhes entlang einer geraden Kante aufschwenkbar wie eine Tür. Diese Deckelkoralle entspricht also weder der Definition „radial symmetrisch", noch ist sie „zylindrisch": sie ist vollständig *bilateral* gebaut.

Wenn eine immerhin so kompliziert gebaute Tierform wie der Korallenkelch etwas so Eigenartiges wie diese Geradlinigkeit einführt, kann das keine zufällige Veranlagung sein. Selbstverständlich suchte man Ursache und Aufgabe der so unkorallenhaften Pantoffelgestalt in der *Lebensweise* des Tieres. Einmal sollte die Form einer freien Beweglichkeit entsprechen, ein andermal sollte die ebene Grundfläche vielmehr Anpassung an beständiges Aufliegen der Koralle auf dem Meeresboden sein.

Aber R. RICHTER zeigt jetzt gerade an *Calceola*, daß keineswegs jede Form funktionsbedingt sein muß; umgekehrt ist hier die Funktion von der Form vorgeschrieben, die Abplattung erzwingt das Liegen: „Es läßt sich hier einmal beweisen, daß an einem Körper die *Form älter* sein kann *als seine Funktion*." [RUD. RICHTER, „*Das Verhältnis von Funktion und Form bei den Deckelkorallen.*" Senckenbergiana **11**, 57—94 (1929) und RUD. RICHTER, „*Ein Ausschnitt aus dem Fragenkreis Bilateralität und Lebensweise.*" Paläont. Z. **11**, 76—79 (1929).]

Wollte man die Abplattung der *Calceola*-Sohle als Liegefläche entstanden erklären, so bliebe ein Rätsel, wieso sie trotzdem von vorn nach hinten aufgekrümmt sein kann wie ein Schnabelschuh; es bliebe unerklärt die Plattheit des Deckels, der ja nirgends aufgelegen haben kann; ebenso die querüber streng geradlinigen Zuwachsstreifen beim Größerwerden des Tieres. Sie haben eben *mit der Lebensweise nichts zu tun:* Der anstoßende gerade Rand am *Deckel* macht die Zuwachsstreifen des Kelches geradlinig, und deren Summierung ergibt die abgeplattete Fläche an der *Calceola*.

Ein Beweis: Man kennt außer *Calceola* noch zwei andere Tetrakorallen im Erdaltertum, deren Kelch abgeplattet ist und dabei durch geradlinige Anwachsränder ausgezeichnet: erstens *Rhizophyllum*, wie *Calceola* mit einseitiger Abplattung und zwei Seitenkanten und — einem halbelliptischen Deckel mit gerader Gelenkkante; zweitens das im Querschnitt viereckige *Goniophyllum* mit 4 solchen Flächen und 4 Kanten. Eine dieser 4 Flächen ist häufig konkav eingekrümmt, mithin unmöglich als Liegefläche zu erklären; aber — „für das vierseitig abgeplattete *Goniophyllum* müßten wir den Besitz von *vier* Deckeln voraussagen, — wenn sie nicht längst so gut bekannt wären!"

Jede Abplattung entspricht also einem Deckel, dessen Besitz bei einer Koralle ja genau so auffallend ist wie die Abplattung. Der Zusammenhang kann nur ursächlich sein. Der gerade Deckelrand ist es, der den Kelch abplattet — auf so vielen Flächen abplattet, wie Deckel vorhanden sind. Wäre der Zusammenhang umgekehrt, der Deckel vom Kelch abhängig, so hätte man die Öffnung des *Goniophyllum* wohl durch einen, einfach einen viereckigen Deckel verschlossen gefunden. In Wirklichkeit muß es bei undifferenzierten Korallen an irgendeiner Stelle zwischen Mundscheibe und Kelchrand zu neuer Kalkausscheidung gekommen sein, das Kalkgebilde schwenkte mit möglichst breiter Berührungslinie am Rand des Kelches auf und der gerade Schwenkrand brachte auch den Kelchrand zu der Geradlinigkeit, die zur Plattheit der ganzen Seite führte.

In RICHTERS Rekonstruktion der *Calceola* liegt sie nun kippsicher auf ihrer platten Seite, an der der Deckel nach oben klappt; er läßt aus der Öffnung die Fangarme des Korallentiers ins freie Wasser hervorblühen, oder er

schließt das empfindliche Wesen gegen verunreinigtes Wasser ab. Aber dies Liegen ist funktionsfrei entstanden: „diese Funktion wird hier von der Form vorgeschrieben und muß einfach ausgeübt werden: *Calceola* liegt auf der Gegenseite, nicht weil das jene tatsächlichen Vorteile bietet, sondern weil die (selber vom Deckel erzwungene) Abplattung das erzwingt. Wir nennen das im Gegensatz zur funktion-erzeugten Form (Reaktion ABELS . . .): „form-erzwungene Funktion" und „funktion-erzwingende Form".

Die letzten Vorläufer der Pferde. Obwohl die Stammesgeschichte der Pferde eines der am gründlichsten untersuchten Kapitel der Paläontologie ist, darf man sie immer noch nicht als geklärt ansehen. Wenn ein unlängst in Amerika erschienener Aufsatz die amerikanische Dokumentation zur Vorgeschichte von *Equus* als nunmehr geschlossenen Akt erklärt, nach welchem Amerika endgültig das Entstehungszentrum von *Equus* sei, so antwortet STEHLIN warnend: Immer wieder laufen wir Gefahr, die Lücken der paläontologischen Dokumente zu unterschätzen! Wir haben ja noch nicht einmal alle Ablagerungsgebiete der späten Phase des Tertiär durchforscht, die unmittelbar vor der Entstehung des uns bekannten *Equus* liegt, und nicht einmal über die stammesgeschichtliche Stellung der bereits gefundenen zeitlich jungen Vorläufer unseres Pferdes sind wir uns einig! (H. G. STEHLIN: *„Bemerkungen zu der Frage nach der unmittelbaren Ascendenz des Genus Equus"*. Eclogae geologicae Helvet. **22**, 186 bis 201 (1929).]

Früher galt *Hipparion* mit Bestimmtheit als Pferdeahn, jenes dreizehige Miopliocänpferdchen, das vor allem in Europa vorkommt. Nun ist aber an dessen Oberkiefer-*Backzähnen* vom Hauptteil der Krone ein Innenpfeiler isoliert, der sowohl bei allen älteren Equiden als bei den geologisch jüngeren Pferden in die Krone übergeht. Deshalb wurde *Hipparion* als Seitenzweig aus der Ascendenz der letzteren ausgeschlossen. Nun berichtet STEHLIN, daß auch bei *Hipparion* eine solche Verbindung an der Zahnbasis erhalten ist und daß sie anderseits bei den übrigen Equiden eingekerbt sein kann: da bestehen also Übergänge, kein absoluter Gegensatz, zumal überhaupt die odontologischen Verhältnisse der verschiedenen Arten von *Hipparion* verschieden sind. Einstweilen scheinen jedoch gerade bei derjenigen (obermiocänen) *Hipparion*-art von Samos, welche nach ANTONIUS zur Umwandlung in den Typus *Equus* praedestiniert ist, für STEHLIN nur ihre direkten Abstammungsbeziehungen zum *Merychippus* des amerikanischen Miocän evident, Ahnenschaft zu *Equus* keineswegs: wenigstens fehlt eine Übergangsform im unteren Pliocän. „Jede vorurteilslose Vergleichung der Backenzahnstrukturen führt schließlich doch wieder auf den Schluß zurück, daß die Reihe *Merychippus-Pliohippus-Equus* der wirklichen Stammlinie unserer Pferde zum mindesten näher kommt als die Reihe *Merychippus-Hipparion* (oder *Neohipparion*)-*Equus.*"

Natürlich kann die Frage nicht allein an den Backzähnen entschieden werden. Aber auch ontogenetische und phylogenetische Untersuchung der mehr und mehr sich verschmächtigenden *Seitenzehen*, die schließlich zu den *Griffelbeinen* des Pferdes geworden sind, führt zum gleichen negativen Ergebnis: Über den Entwicklungsweg läßt sich streiten, und ihre Gestalt in der vorletzten Phase ist eben noch nicht bekannt. In der alten Welt kennt man überhaupt bis heute aus Spättertiär und Pleistocän nur einerseits Equiden mit recht entwickelten Seitenzehen wie *Hipparion* und anderseits Equiden, die schon typische Griffelbeine haben. An einem *Hipparion* aus dem Oberpliocän von Perrier (Frankreich) scheint eine quere Rinne zwischen vierter Seitenzehe und Mittelzehe die Stelle vorzuzeichnen, wo das wohlentwickelte untere Drittel der Seitenzehe *abfallen* soll. Aber ein *Pliohippus*-Füllen als dem älteren Pliocän von Dakota (Nordamerika) ist in der Reduktion der Seitenzehen schon weiter fortgeschritten, und zwar auf einem anderen Wege: seine Metapodien *verdünnen* sich unterhalb der Mitte ganz gleichmäßig nach unten zu — während bei erwachsenen *Pliohippus*-Individuen vollentwickelte Dreizehigkeit festgestellt ist —. Auch in der Ontogenese des rezenten Pferdes, wo sich die Seitenzehen ja zuerst noch mitentwickeln, spricht nichts dafür, daß die phylogenetische Rückbildung der Seitenzehen durch ein Stadium mit unterbrochenem Metapod — wie beim *Hipparion* von Perrier — hindurchgeführt habe; vielmehr scheint hiernach eher die Verkümmerung vom distalen Abschnitt der Zehen aus eingesetzt zu haben — wie beim *Pliohippus* von Dakota. Zwischen der geschwächten, aber vollständigen Seitenzehe jenes *Pliohippus* und dem Griffelbein unseres Pferdes klafft jedoch die Lücke: „Wir kommen nicht um das Geständnis herum, daß uns die unmittelbaren Vorläufer der einzehigen Pferde noch unbekannt sind."

Menschen der Tertiärzeit zu entdecken, soll das wichtigste Ziel unseres Forschens im 20. Jahrhundert sein, sagt H. F. OSBORN („The Discovery of Tertiary Man", Science **71**, 1—7 (1930)].

Die Entdeckung fossiler Reste wirklicher Menschen in den unmittelbar vor der Jetztzeit abgelagerten *quartären* Schichten ist als hervorragendstes biologisches Ergebnis des 19. Jahrhunderts zu buchen. Wir haben bis jetzt über 100 Individuen solcher Quartärmenschen gefunden. Aber in bezug auf das, was vor der Quartärzeit zu diesen Menschen heranreifte, standen wir 1929 etwa ebenso spekulierend da, wie LAMARCK 1809 und DARWIN 1871 gegenüber unseren quartären Vorfahren.

OSBORN ist nun überzeugt, daß die Fundschicht des Schädels von Piltdown in Sussex, des *Eoanthropus*, mit ihren Prae-Chelléen und Chelléen-artigen Artefakten, sich im Oberpliocän zu bilden begann, also am Ausgang des *Tertiär*. Danach wäre also schon der im Tertiär lebende Mensch ein geschickter Handwerker gewesen und hätte bereits ein weit über das der Affen großes Gehirn besessen.

Das Gehirn ist es ja vor allem, was den Menschen ausmacht. Der älteste Quartärmensch hatte — reine Quantität gerechnet — schon den Sprung getan, der uns vom Tier trennt: Hirngewicht zu Körpergewicht war auch zu Beginn der Quartärzeit beim Menschen etwa 1 : 50 (Gorilla heute 1 : 150—1 : 200). Dies war also schon klar, daß die hauptsächliche Ausdehnung des Menschenhirns sich vor der Zeit der uns bekannten Tertiärmenschen abgespielt haben muß.

Nachdem nun OSBORN vor 10 Jahren ein pliocänes Pferd entdeckt hatte — einen Endpunkt des berühmtesten aller Stammbäume, von gleichem Körperbau wie das heutige Pferd, aber eben aus tertiärer Fundschicht, in Amerika —, da wagte er schon die Prophezeiung, daß auch andere heutige Typen und selbst der Gehirnmensch schon in Ablagerungen der damaligen Zeit gefunden werden müßten. Daß der *Eoanthropus*, bei dem der Kubikinhalt der Schädelhöhle schon das Minimum heutiger Weddah, Papuaner und Australier erreicht, nun tertiären Alters sein soll, bestätigt ihm diese Idee.

(Ob aber der Streit um das Alter des *Eoanthropus*, tertiär oder quartär, durch eine so gewichtige Stimme wie die von OSBORN nun beigelegt ist und bleibt? Es liegt in der Natur der betreffenden Ablagerung —

Bachschotter —, daß einer noch so sicheren Altersangabe darin gefundener Stücke widersprochen werden kann. Ref.) TILLY EDINGER.

Winterliche Wanderungen paläarktischer Vögel. Mit Hilfe der rein formalen Logik bilden wir uns schon im voraus über allerlei denkbare Lagen ein Urteil und sind dann sehr erstaunt, wenn die Wirklichkeit dies *Vor*urteil nicht bestätigt.

So waren wir alle davon überzeugt, daß unsere Heimat gerade in besonders kalten Wintern als Winterquartier nordischer Zugvögel dienen müsse. Da bescherte uns das Schicksal in den unmittelbar aufeinanderfolgenden Wintern 1928/29 und 1929/30 einen ausnehmend kalten und einen ebenso gelinden, fast als wollte es die Feldornithologen auffordern, an den Beobachtungen in diesen zwei Jahren jenes vorgefaßte Urteil nachzuprüfen. Das Ergebnis war überraschend, denn in dem bitterkalten Winter 1928/29 waren nordische Zugvögel auffallend selten. Große Gimpel (Pyrrhula pyrrhula, L.) wurden von den Fängern erst gegen den Frühling hin reichlich erbeutet, mit dem Bergfinken (Fringilla montifringilla, L.) verhielt es sich ähnlich, Leinfinken (Acanthis linaria, L.) sah ich einen einzigen und Berghänflinge (Acanthis flavirostris, L.), Schneeammern (Plectrophenax nivalis, L.), Alpenlerchen (Otocorys alpestris, L.) und Seidenschwänze (Bombycilla garrulus, L.) sind mir in jenem Jahr bei Danzig überhaupt nicht zu Gesicht gekommen. Hätte es sich damals nur um meine eigenen Beobachtungen gehandelt, so möchte ich dem keinen sonderlichen Wert beimessen, weil ich genau weiß, wie selten man auf engem Raum auch nur das Wesentlichste erkundet. Diese Erfahrungen decken sich aber mit denen unserer Vogelfänger, die an geeigneten Stätten ihrem Handwerk nachgehen und deren übereinstimmende Berichte schon einen gewissen Maßstab bieten. Außerdem berichteten die ostpreußischen Fachgenossen aus diesem Winter ganz Ähnliches. Dagegen zeigte der Winter 1929/30 trotz seiner überraschend hohen Temperatur durchaus die gewohnten Erscheinungen; ja, er führte uns so große Flüge von Seidenschwänzen zu, wie ich sie im Danziger Gau noch nicht wahrgenommen habe.

Wie ist das zu erklären? Daß der Vogelzug aus dem subpolaren Gebiet ausgerechnet in dem so strengen Winter 1928/29 unterblieben sei, darf man doch unmöglich annehmen. Dann bleibt aber nur die Möglichkeit, daß gerade die bezeichnendsten Arten der winterlichen Wanderer (Große Gimpel, Leinfinken, Berghänflinge, Seidenschwänze) damals unser Gebiet überflogen und erst im Mittelmeergebiet, zum Teil wohl erst an den nordafrikanischen Küsten Quartier nahmen.

Im Zusammenhang damit erinnere ich mich *der* Winter meines Konstantinopeler Aufenthalts, da solche Arten, die gemeinhin ganz fehlten, in Massen auftraten. Meine Angaben darüber sind kaum strittig, denn bei der Zähigkeit, mit der die zahlreichen Vogelsteller aus Galata und Tatavola den Gefiederten nachstellten, ist es kaum denkbar, daß ihnen während des ganzen Winters eine zahlreich einfallende Vogelart entging. Am wenigsten ließe sich das von den menschenfremden Nordländern annehmen, die sich ja besonders leicht berücken lassen. Fahndete man bei allen Fängern vergeblich nach Leinfinken, Berghänflingen und ähnlichen Arten, so waren sie eben in dem Gelände nicht vorhanden. Nach meinen Wahrnehmungen war das Fehlen der nordischen Arten — abgesehen vom Bergfinken — die Regel, das massenhafte Auftreten solcher Arten, wie des Großen Gimpels und des Seidenschwanzes die — nicht allzu seltene — Ausnahme. Solche Jahre, in denen die Fänger trotz spottbilliger Preise für ihre farbenprächtigen Großen Gimpel keine Käufer mehr fanden, brachten sicherlich Winter, in denen die Wetterlage Europas jener des Winters 1928/29 in den Hauptzügen entsprochen hat.

Wenn wir nun die Tatsache verbuchen, daß unser Vaterland in dem kalten Winter 1928/29 von den meisten nordischen Wanderern überflogen wurde, möchten wir in einem gewissen Einklang damit annehmen, jene deutschen Vögel, die neuerdings mehr und mehr Standvögel werden, hätten gerade damals mehr als sonst ihre Brutquartiere verlassen. In Wirklichkeit war das aber nicht der Fall. Sehr viel Buchfinken (Fringilla coelebs, L.), Rothänflinge (Acanthis cannabina, L.) und Vögel ähnlicher Arten sind damals bei uns in der Ostmark elendiglich zugrunde gegangen, weil sie der Winterkälte nicht zu trotzen vermochten

Unerachtet des harten Frostes ließen sich im Langfuhrer Königstal a. 1828/29 wiederholt mitten im Winter Züge von Staren (Sturnus vulgaris, L.) blicken. Meiner Meinung nach wäre es nicht richtig, diese Stare als Strichvögel zu bezeichnen, denn dieser Ausdruck ließe uns annehmen, sie blieben für gewöhnlich den Winter über in ihrem sommerlichen Verbreitungsraum um der Nahrungssuche willen *in steter Bewegung*. So verhält sich aber die Sache vermutlich nicht; wahrscheinlich werden überwinternde Stare in der Regel durch irgendwelche örtliche Begünstigung (Dungställe von Kavallerie- und Artilleriekasernen, große Meiereien u. a. m.) als *Stand*vögel festgehalten, um unter günstigen Bedingungen an diesen Stätten den *ganzen* Winter zu verleben. Bieten ihnen einmal diese Plätze später im Winter keine Nahrung mehr, so müssen sie sich eben nach anderen Aufenthaltsorten umsehen. Eigentliche *Strich*vögel werden sie aber dadurch ebensowenig, wie man einen Ansiedler, der nach Vernichtung seiner Heimstätte umherirrte, deshalb als Nomaden bezeichnen dürfte. Mitunter kann man bei dem Gebrauch solcher Termini technici gar nicht kritisch genug sein.

Beobachtungen solcher Art zwingen uns zu der Annahme, daß bei solchen deutschen Vögeln, die zum Teil Stand-, zum Teil Strich- oder gar Zugvögel sind, die Erbmasse, was diese Dinge angeht, *nicht* gleichmäßig verteilt ist, so daß wandernden Stämmen bodenständige gegenüberstehen. Vielleicht bestehen die letzteren aus solchen Artgenossen, die sich am besten an die Verhältnisse gewöhnt haben und darum die meiste Aussicht bieten, auch ungünstige Lebenslagen an ihrem Wohnort zu überdauern.

Alle diese Handlungen gehen wohl *unter* der Bewußtseinsschwelle vor sich. Trotzdem wäre es falsch, zu vermeinen, dann hätte es gar keinen Zweck, nach ihrer Ursache zu suchen. Wenn wir sehen, daß jemand nach seiner Dienstzeit ein Haus aufsucht, in dem er gar nicht wohnt, und dann erstaunt herauskommt, um nun erst seine rechte Wohnung aufzusuchen, so wird uns seine Handlungsweise, die völlig *unter* der Bewußtseinsschwelle lag, doch durchaus klar, wenn wir erfahren, er habe unmittelbar vorher zehn Jahre in dem irrtümlich aufgesuchten Hause gewohnt. Mit den Handlungen unserer tierischen Zeitgenossen verhält es sich mitunter ganz ebenso; sie werden durch die Zustände früherer Zeiten ausreichend erklärt, ohne daß wir eine willensgemäße Einstellung der Geschöpfe auf ihr Verhalten anzunehmen brauchten. FRITZ BRAUN.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.